

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**PARKANON TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 9**



TUTKIMUSPÄIVÄN ESITYKSET

PARKANO 1980

ISBN 951-40-0498-1

Kansikuva: Vasemmanpuoleinen taimi (2A + 1A)
terve, oikeanpuoleinen moniladvainen.
Kuvat H. Raitio.

Metsäntutkimuslaitos

Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN PARKANON TUTKIMUSASEMAN
TUTKIMUSPÄIVÄ 13.10.1980 SEINÄJOELLA

Hannu Raitio	Monilatvaisuusilmiö taimitarhoilla
Kaarlo Kinnunen ja Sakari Mäki-Kojola	Männyn luontaiseen uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä
Olavi Laiho	Aarnomyrskyn tuhot erilaisissa metsiköissä
Erkki Ahti	Valunnan säännöstely ojitetulla suolla
Seppo Kaunisto	Turvetuotantoalueiden suonpohjien käyttömahdollisuuksista puubiomassan tuottamiseen
Eero Paavilainen	Lannoituksen ja kasvatustiheyden vaikutus ensiharvennuskertymään rämemänniköissä

MONILATVAISUUSILMIÖ TAIMITARHOILLA

Hannu Raitio

Kuluneen vuoden aikana maamme lukuisilla taimitarhoilla on havaittu runsaasti monilatvaisia tai muuten häiriytyneitä taimia. Tämä kasvuhäiriöilmiö on eräillä taimitarhoilla suorastaan totaalinen ilmiö. Kasvuhäiriö on keskittynyt yleensä avomaalla kasvatettuihin paljasjuurisiin männyn taimiin. Ilmiölle on luonteenomaista kärkikasvupisteiden kuoleminen ja siitä seuraava uusien silmujen puhkeaminen. Toisaalta taimille on ominaista yleinen rehevyys ja hormonaalisen säätelyn vajaus. Kasvuhäiriön oireisto on lähes sama kuin aiemmin taimistovaiheessa todetuilla männyillä (ks. KOLARI ym. 1977, RAITIO & RANTALA 1977, RAITIO 1979).

Ilmiön luonne ja oireisto viittaavat voimakkaasti ravinne-epätasapainoon, ennen kaikkea hivenravinteiden puutteeseen. Tähän astisten havaintojeni pohjalta oireisto luonnehtii voimakkaimmin juuri boorin puutetta, joskaan pelkän oireiston pohjalta selvää syyllistä ei voida sanoa, koska eri hivenravinteilla puutos- ja toisaalta myrkytysoireet ovat hyvin samankaltaisia (ks. KOLARI 1979). Alustavien ravinneanalyysien perusteella näyttää siltä, että kyseessä ei ole ns. absoluuttinen boorin puute, vaan puutos on indusoinut muiden ravinteiden, tässä tapauksessa raudan ja kalsiumin, ylimäärästä kuten taulukosta 1 ilmenee.

Huomattavimmat erot hyvien ja huonojen taimien välillä oli juuri rauta- ja booripitoisuuksissa sekä Fe/B-, Ca/B- ja N/K-suhteissa. On ilmeistä, että pH:n kohotessa booria sitoutuu rauta- ja alumiiniyhdisteisiin (ks. TROEDSSON & NYKVIST 1973), mikä reaktio tapahtuu sekä maassa että kasvin soluissa, jolloin kasville syntyy fysiologisesti katsoen boorin puute. Saatu tulos viittaa voimakkaasti siihen, että pelkkä booripitoisuus ei riitä tilanteenaarvioimiseksi, vaan analyysissä tulee huomioida paitsi rauta, myös kalsium (ks. myös RAITIO 1979). Tilanteen kärjistää toisaalta myös runsas pääravinnetilanne, jolloin voimakkaan kasvun seurauksena hivenravinteiden tarve on huomattavasti suurempi kuin niukan pääravinnetilanteen vallitessa. Alustavat havainnot viittaavat myös, että eri alkuperät ovat kasvuhäiriön suhteen herkkyydeltään erilaisia - lieneekö syynä siemenen vararavintotilanne. Toisaalta ei tule unohtaa myöskään erilaisten torjunta-aineiden roolia ja mahdollisia moniravinnepuutoksia. On ilmeistä, että fysiologisesti heikentynyt taimi

reagoi eri tavalla torjunta-aineisiin kuin terve taimi.

On ilmeistä, että taimitarhoillamme on hyvin paljon erilaisia ravinnetalouden epätasapainosta aiheutuvia häiriöitä. Näin ollen edellä esittämäni tapaus tuskin on yleispätevä kaikissa tapauksissa. Kasvuhäiriöihin viittaa paitsi nyt jo silminkin havaitut rakenne-muutokset, niin myös yleinen kasvatuksen periaate.

Taimitarhoillamme olisi mahdollisuus tasapainoiseen kasvatukseen, johon kuuluu ennen kaikkea usein ja pieninä erinä tapahtuva lannoitus. Kasvien kannalta on väärin antaa kerralla suuri määrä käyttökelpoisia ravinteita. Perusteluna tähän voidaan esittää seuraavat näkökohdat (INGESTAD 1977):

1. Luonnossa yleensä kasveille käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuudet maassa ovat erittäin alhaiset.
2. Kasvit - eritoten puut - ovat sopeutuneet tähän, ts. niille on kehittynyt erittäin tehokas ravinteiden ottomekanismi.
3. Kasvit tarvitsevat terveen kasvun aikaansaamiseksi optimaaliset, mutta ennen kaikkea keskenään suhteelliset määrät ravinteita.
4. Lannoitteina annettavat ravinteet ovat lähes poikkeuksetta kokonaisuudessaan kasveille käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita.
5. Kasvit tarvitsevat eri ravinteita suunnilleen (tarkasti) samoissa suhteissa. Kasvilajikohteisia eroja on kuitenkin, esim. mänty/koivu.

KIRJALLISUUS

- INGESTAD, T. 1977. Växternas näringsbehov och näringsämnenas verkan på växterna. Årsskrift for nordiske Skogplanteskoler. 1977:21-23.
- KOLARI, K.K. 1979. Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Summary: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review. Folia For. 389:1-37.
- " , PAAVILAINEN, E. & RAITIO, H. 1977. Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella. Summary: Pine root condition and growth disturbances. Folia For. 313:1-16.

- RAITIO, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Abstract: Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms. Folia For. 412: 1-16.
- " & RANTALA, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Summary: Macroscopic and microscopic symptoms of a growth disturbance in Scots pine. Description and interpretation. Commun. Inst. For. Fenn. 91(1):1-30.

Taulukko 1. Neulasten ravinnepitoisuudet yksivuotisissa männyntaimissa
10.9.1980, Alakärpän taimitarha.

Anal. ravinne	N	P	K	Mg	Ca	Fe	B	Cu	Zn	Mn	Fe/B	Ca/B	N/P	N/K
	g	mg/g	mg/g	mg/g	mg/g	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg				
Näyte														
1. Hyvä	2.78	2.8	10.1	1.4	1.5	160	74	4.2	55	427	2.16	20.3	9.93	2.75
2. Huono	2.59	3.0	14.1	1.5	1.8	309	36	5.0	69	660	8.58	50.0	8.63	1.84
3. Hyvä	2.93	2.8	9.3	1.4	1.8	74	43	4.2	55	683	1.72	41.9	10.5	3.15
Huono	2.93	3.0	9.1	1.5	1.8	157	38	4.7	60	746	4.13	47.4	9.77	3.22

1. Kivimaa + turve, alkuperä Oulainen

2. Kivimaa, alkuperä Ranua

3. Kivimaa + turve, alkuperä Ranua

MÄNNYN LUONTAISEEN UUDISTUMISEEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

Kaarlo Kinnunen ja Sakari Mäki-Kojola

JOHDANTO

Maassamme syntyy vuosittain uusia taimikoita n. 300 000 hehtaarin alalle. Viljellen perustettujen taimikoiden kokonaispinta-alan ollessa noin 120 000 hehtaaria, jää luontaisen uudistumisen osuudeksi 180 000 hehtaaria (Metsätilastollinen vuosikirja 1977/78). Tästä määrästä varsinaisten uudistamiseen tähtäävien siemen- ja suojuspuuhakkuiden seurauksena syntyneitä taimikoita on kuitenkin vain noin kolmannes. Sen sijaan suurempi osa on vallitsevan puuston alle syntyneitä taimikoita ja taimettuneita varastopaikkoja, hiekanottoalueita, metsittyneitä peltoheittoja ym.

Pohjois-Suomessa männyn luontaisessa uudistamisessa saatuja tuloksia on tutkinut mm. LEHTO (1969). Etelä-Suomen osalta kysymystä on selvitetty monissa tutkimuksissa (mm. SARVAS 1949, LEHTO 1956, HÄNNINEN ym. 1972, KINNUNEN ja LINNIMÄKI 1977, TYNYS 1977). Näiden selvitysten mukaan männyn luontainen uudistaminen ei ole antanut toivottuja tuloksia.

Luontainen uudistuminen on biologinen tapahtumaketju, jossa lopullinen tulos on monien vaikuttavien osatekijöiden summa. Seuraavassa on keskitytty tarkastelemaan erityisesti siemenpuiden määrän ja laadun, reunametsän, hakkuutähteiden sekä taimettumisalustan laadun ja käsittelyn vaikutusta luontaiseen uudistumiseen. Esitys perustuu v. 1979 tehtyyn inventointitutkimukseen.

TUTKIMUSAINEISTO

Aineisto kerättiin Pohjois-Satakunnasta pääosin Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon kokeilualan mailta, vain 10 alaa sijaitsi yksityismailla. Parkanon kokeilualan kangasmailta inventoitiin kaikki uudistusalat, joilla mäntyä oli yritetty luontaisesti uudistaa. Vertailuksi otettiin avohakkuualoja, joilla uudistaminen oli toteutettu viljelyä käyttäen. Tällöin luonnollisesti tutkittiin vain luontaisesti syntyneitä taimia. Kaikkiaan mitattiin 69 uudistusalaa, joiden yhteinen pinta-ala oli 59,7 hehtaaria.

Siemenpuut olivat jäljellä 20 uudistusalalla. Neljällä alalla vapauttava hakkuu oli jo suoritettu ja 45 alalla siemenpuuhakkuuta ei oltu tehtykään, vaan ne oli hakattu paljaaksi. Tutkitut kuviot

sijaitsivat pääosin karuilla kasvupaikoilla (taulukko 1). Kuvioista 51 % oli pinta-alaltaan alle 0,5 ha, 29 % 0,5 - 1,0 ha ja vain 20 % yli 1,0 ha.

Valtaosa (n. 75 %) tutkituista tuoreen, kuivan ja kuivahkon kankaan uudistusaloista oli maalajiltaan hiekka- tai hietamoreenia. Sen sijaan kaikkien karukkokankaan uudistusalojen maalaji oli joko hiekka tai hieta. Yleisin maanpinnan muokkausmenetelmä oli lautas-auraus (TTS-metsä-äkeellä), jota oli käytetty 31 uudistusallalla, mikä vastaa 68 % kokonaispinta-alasta.

TUTKIMUSMENETELMÄ

Uudistusaloilta mitattiin 20 - 30 kpl 10 m²:n suuruista ympyrä-koealaa, jotka sijaitsivat alan keskipisteen kautta kulkevilla pääilmansuuntien mukaisilla linjoilla. Kehityskelpoiseksi hyväksyttiin enintään kolme tainta/koeala. Alle 0.1 metrin mittaisia taimia ei otettu huomioon.

Eri puulajien hyväksymisessä erilaisille kasvupaikoille noudatettiin Keskusmetsälautakunta Tapion hyväksymiä ohjeita (TAKALA 1975), joiden mukaan kasvatettavaksi taimeksi hyväksytään:

- CT:llä ja sitä heikommilla mailla vain mänty
- VT:llä mänty ja kuusi. Kuusen osuus ei saa nousta yli 10 %
- MT:llä mänty, kuusi ja rauduskoivu. Rauduskoivun osuus havupuutaimikossa ei saa nousta yli 20 %.

Taimikot jaettiin kolmeen hyvyysluokkaan: Hyvät, välttävät sekä heikot. Luokitusperusteena olivat kehityskelpoisten taimien määrä, metsätyyppi ja tyhjien ympyräkoealojen määrä eli nollaruutusadannes (taulukko 2). Metsänhoidolliselta kannalta hyviksi luokitellut taimikot ovat metsikön kasvatukseen tiheydeltään riittäviä. Välttävät taimikot kaipaavat täydentämistä, kun taas heikot taimikot joudutaan joko perustamaan kokonaan uudelleen tai käyttämään runsaasti täydennystaimia. Hyvistä ja välttävistä taimikoista käytetään myös yhteisnimitystä kehityskelpoiset taimikot, jolloin heikkoja nimitetään kehityskelvottomiksi taimikoiksi.

TAIMIKOIDEN KEHITYSKELPOISUUS

Uudistaminen johti 29 alalla (42 %) toivottuun tulokseen. Sen sijaan 40 uudistusallalla ei ollut riittävästi kehityskelpoisia taimia. Pinta-alan perusteella suoritettu jako kehityskelpoisuusluokkiin antoi jonkin verran paremman tuloksen (taulukko 3).

Mustikkatyypin aloilla oli vähiten kehityskelpoisia taimikkoja ja siellä oli myös keskimäärin vähiten taimia/ha (taulukko 4). Vaihtelu alojen välillä oli kuitenkin suurta. Niinpä mustikkatyypiltä tavattiin sekä pienin että suurin alakohtainen taimimäärä. Karummilla kasvupaikoilla tulos oli parempi ja erot taimikkojen välillä olivat pienemmät. Puolukka- ja kanervatyypillä uudistaminen oli onnistunut lähes yhtä hyvin. Jäkälätyypin aloilla kehityskelpoisia taimikoita oli eniten (80 %), mutta keskimääräinen taimiluku/ha alempi kuin VT:llä ja CT:llä. Parempi tulos kehityskelpoisuudessa johtui siten alemmasta vaatimustasosta ja ClT-alojen tasaisuudesta.

TAIMIKOIDEN KESKIPITUUS

Taimikot olivat nuoria ja siten myös keskipituus oli pieni. Toisaalta taimikoiden keskipituus oli suhteellisen vakio; se kasvoi varsin vähän hakkuusta kuluneen ajan kasvaessa. Ilmeisesti taimettuminen on ollut runsainta v. 1974, jolloin keskikesä oli hyvin sateinen ja siemensato kohtalaisen hyvä. Kehityskelpoisissa taimikoissa taimet olivat parempikuntoisia ja siten myös keskipituus oli niissä korkeampi kuin kehityskelvottomissa taimikoissa (jaotelma):

Uudistushakkuusta kulunut aika (v)	Kehityskelvottomat	Kehityskelpoiset
		pituus, cm
2		28,7
3	38,0	22,8
4	11,7	32,8
5	30,4	30,2
6	30,3	37,5
7	29,5	41,5
8	38,0	49,1
9	48,0	34,0
Keskim. 6	29,6	36,4

Taimikoiden keskipituus vaihteli myös metsätyypistä, soistuneisuudesta, kivisyydestä, muokkausmenetelmästä jne. johtuen. Joillakin aloilla taimikko oli syntynyt vallitsevan puuston alle jo ennen viimeistä hakkuuta, mikä osaltaan lisäsi hajontaa. Saadut keskipituudet vastaavat 5-6 vuotiaiden kylvö- ja istutustaimien keskipituuksia LEIKOLAN ym. (1977) ja KINNUSEN (1977) tutkimuksissa.

Hakkuun ja luontaisen uudistumisen väli on siis jäänyt varsin koh-
tuulliseksi. Välittömästi hakkuun jälkeen perustettu keskiverto
kylvötaimikko olisi todennäköisesti vuoden kasvun verran edellä
luonnontaimikosta ja istutustaimikko viljelyiän + vuoden verran.
Pituuden perusteella arvioituna hakkuun ja uudistumisen väli tässä
aineistossa vaihteli - 2:sta 3:een vuoteen.

TAIMETTUMISEEN VAIKUTTANEITA TEKIJÖITÄ

Siemenpuut

Aloista, joilla siemenpuusto oli vielä jäljellä 16 oli jo taimettu-
nut hyvin ja siemenpuut voitaisiin siten poistaa. Sitä vastoin
neljällä taimimäärä oli riittämätön. Neljästä jo vapautetusta
siemenpuualasta kolme oli taimettunut hyvin. Sen sijaan 45 avohak-
kuualasta vain 10 oli hyviä. Siemenpuilla oli siis ratkaiseva
merkitys uudistumisen onnistumiseen, vaikka käytetyt siemenpuu-
määrät olivat suhteellisen alhaisia (jaotelma).

	Kehityskelpoisuus	
	Hyvä	Heikko tai välttävä
Siemenpuualoja	16	4
Runkoluku (kpl/ha)	45	49
Kuutiomäärä (m ³ /ha)	28	22
Siemenpuurungon		
- keskiläpimitta (cm)	29,7	28,0
- keskipituus (m)	18,5	16,6
- keskikuutio (m ³)	0,615	0,448

Siemenpuiden lukumäärä hyvillä ja heikoilla tai välttävillä
siemenpuualoilla ei poikennut juuri toisistaan. Sen sijaan siemen-
puiden kokonaiskuutiomäärä hehtaarilla oli hyvillä aloilla korkeam-
pi ja siemenpuut olivat keskimäärin 2,0 metriä pitempiä kuin
heikoilla tai välttävillä aloilla ja niiden rinnankorkeusläpimitta
oli selvästi suurempi.

Kehityskelpoisten taimien määrä oli selvästi riippuvainen sie-
mentävän puuston etäisyydestä (taulukko 5). Taimettuneiden koe-
alojen osuus laski nopeasti etäisyyden siementävään puustoon kasva-
essa. Tyhjiä koealoja oli kuitenkin myös alle 20 m:n päässä sie-
mentävästä puustosta. Ilmeisesti näille koealoille on tullut

itävää siementä riittävästi, joten huonon taimettumistuloksen täytyy johtua rehevöityneestä pintakasvillisuudesta, paksusta humuskerroksesta, liiallisesta kuivuudesta, maaperän kivisyydestä, alueen vesottuneisuudesta tms. seikasta. Osa ryhmän koealoista oli myös sattunut aivan siemenpuun juurelle, missä usein oli täysin taimeton vyöhyke, samoin kuin reunametsän lähellä. Syynä tähän on juuristokilpailu ja varjostus.

Metsätyyppien välillä on eroja pintakasvillisuudessa, humuksen paksuudessa, kosteussuhteissa yms. siementen itämiseen ja taimien alkukehitykseen vaikuttavissa tekijöissä. Niinpä myös siementävän puuston etäisyysvaatimus oli erilainen (kuva 1). Viljavammilla kasvupaikoilla siementävän puuston piti olla lähempänä kuin karumilla kasvupaikoilla samaan taimimäärään pääsemiseksi.

Uudistusalan koko ja reunametsä

Uudistettaessa mäntyä luontaisesti siemenpuumenetelmällä ei kuvion pinta-alalla ole periaatteessa vaikutusta taimettumistulokseen, mikäli jätetyt siemenpuut täyttävät niille asetetut vaatimukset. Avohakkuualoilla tilanne on toinen, koska männyn siemenen tehokas leviämistäisyys on melko lyhyt. LEHTO (1969) toteaa kuitenkin, että alle 3 ha:n suuruiset uudistusalat voivat taimettua pelkästään reunametsästä käsin.

Tässä tutkimuksessa pienemmät kuviot, alle 0,5 ha:n suuruiset, olivat taimettuneet suhteellisen heikosti (jaotelma), joka johtunee siitä, että uudistusalan reunassa oli usein täysin taimettumaton vyöhyke. Pienillä aloilla sen vaikutus on luonnollisesti suurempi kuin suurilla kuvioilla. Paras tulos saavutettiin kuvioilla, joiden pinta-ala vaihteli 0,5-1,0 ha:iin. Näiden alojen taimikoista 3/4 oli kehityskelpoisia. Pinta-alan edelleen kasvaessa uudistumistulos jälleen jonkin verran huonontui.

Uudistus- alan koko	Taimikon kehityskelpoisuus		
	Hyvä	Välttävä %	Heikko
< 0,5 ha	40	27	33
0,5 - 1 ha	60	15	25
1 >	57	7	36

Uudistumistulos oli sitä parempi, mitä suurempi osa kuvion piiristä oli siementävää puustoa (taulukko 6). Jotta reunametsällä

oli merkitystä alan taimettumiselle täytyi männyn olla selvästi valtapuulajina. Kehityskelpoisilla aloilla reunametsän puustosta oli keskimäärin 85 % mäntyä. Heikkojen taimikoiden reunametsässä männyn osuus oli vain 65 %. Taimettuminen oli sitä parempi mitä suurempi reunametsän valtapituus oli (kuva 2).

Ko. pienillä kuvioilla pohjoissivun reunametsä oli taimettumiselle edullisin, mikä johtuu ilmeisesti lämpö- ja valotalouden edullisuudesta. Vastaavasti alan etelälaidalla sijainnut reunametsä oli ilmeisesti varjostuksellaan haitannut taimettumista. Suurilla kuvioilla puolestaan oli etua siitä, että reunametsä sijaitsi vallitsevan tuulen suunnassa, joka ko. alueella on länsi.

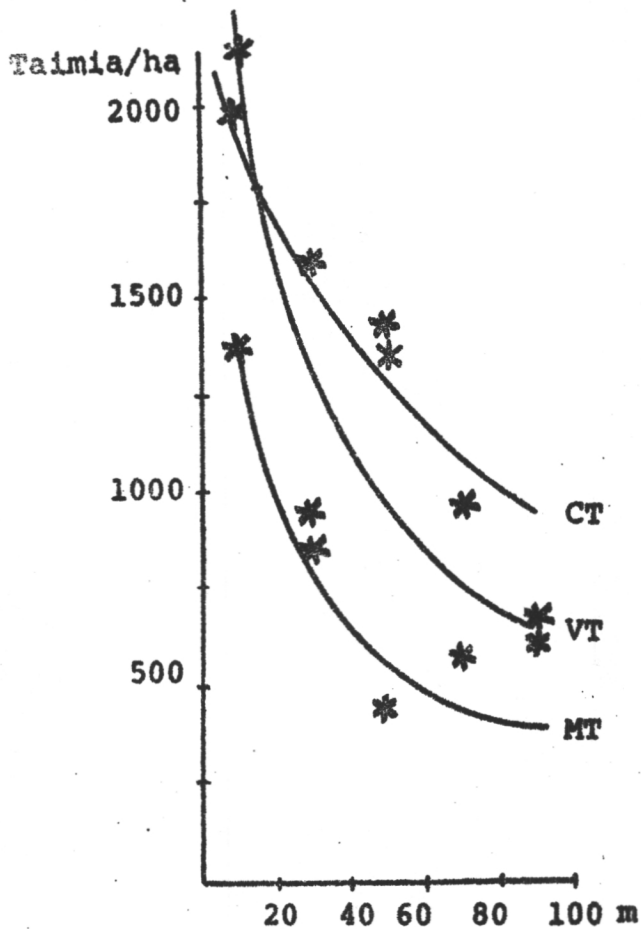
Hakkuutähteet ja humuksen paksuus

Hakkuun jäljiltä uudistettavalle alalle jää poistetusta runkoluvusta riippuen vaihteleva määrä hakkuutähteitä, jotka kiihdyttävät sammalen kasvua ja aiheuttavat heinäkasvien katostumista (TERTTI 1934). Lisäksi runsas risukko estää siementen pääsyä maahan ja haittaa varjostuksellaan syntyneiden taimien kehitystä. Toisaalta hakkuutähteet myös hidastavat uudistusalan heinittymistä ja vähentävät siten pintakasvillisuuden kilpailua. Risut ja oksat suojaavat taimia auringonpaahteelta ja sen aiheuttamalta kuivuudelta.

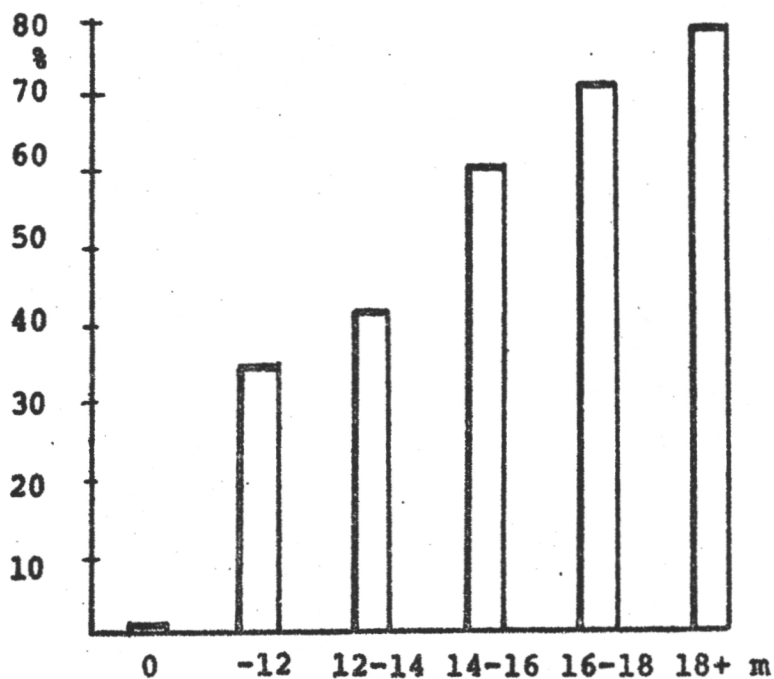
Tuoreella kankaalla, jossa kuusen osuus hakkuutähteistä oli suurempi, oli risumurrokon vaikutus pääasiassa haitallinen. Suuri osa kehityskelpoisista taimikoista sijaitsi aloilla, joilla ennen viimeistä hakkuuta oli ollut vain vähän tai ei ollenkaan kuusta (kuva 3). Sen sijaan karummilla kasvupaikoilla hakkuutähteiden määrä oli vähäisempi ja vaikutus edullisempi. Taimien kilpailu pintakasvillisuuden kanssa oli vähäisempää ja risukon kuivuudelta suojaava vaikutus merkittävämpi kuin viljavammilla mailla, joilla kosteutta taimien kasvulle on yleensä riittävästi.

Hakkuutähteillä on myös välitön vaikutus taimettumiseen, koska niistä varisee siementä maahan. Tällä tavoin ei kuitenkaan synny tasaista taimikkoa, vaan latvusten kohdalle syntyy tiheikköjä ja niiden väliin jää taimettomia aukkoja. Tämän taimettumistavan merkitys riippuu luonnollisesti suuresti siitä, kuinka hyvänä siemenvuonna hakkuu suoritetaan ja miten tasaisesti latvukset jakaantuvat alalle.

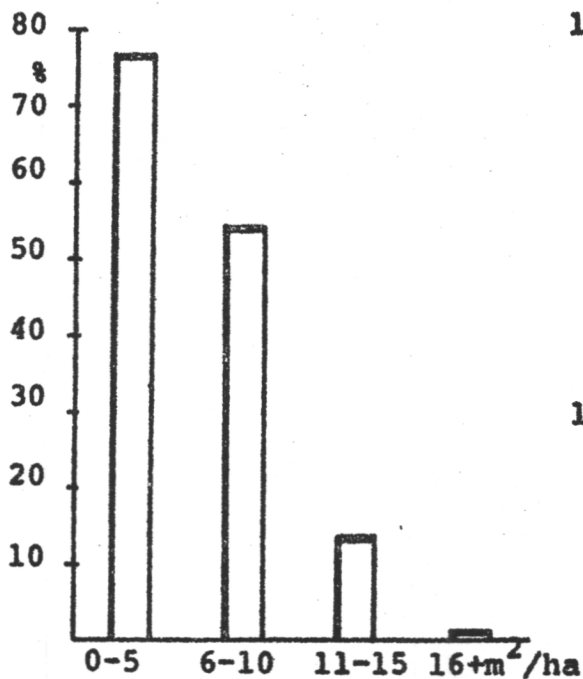
Taimettumiskunnoltaan parhaita olivat uudistusalat, joilla humuskerros oli hyvin ohut (kuva 4). Humuksen paksuuden kohotessa



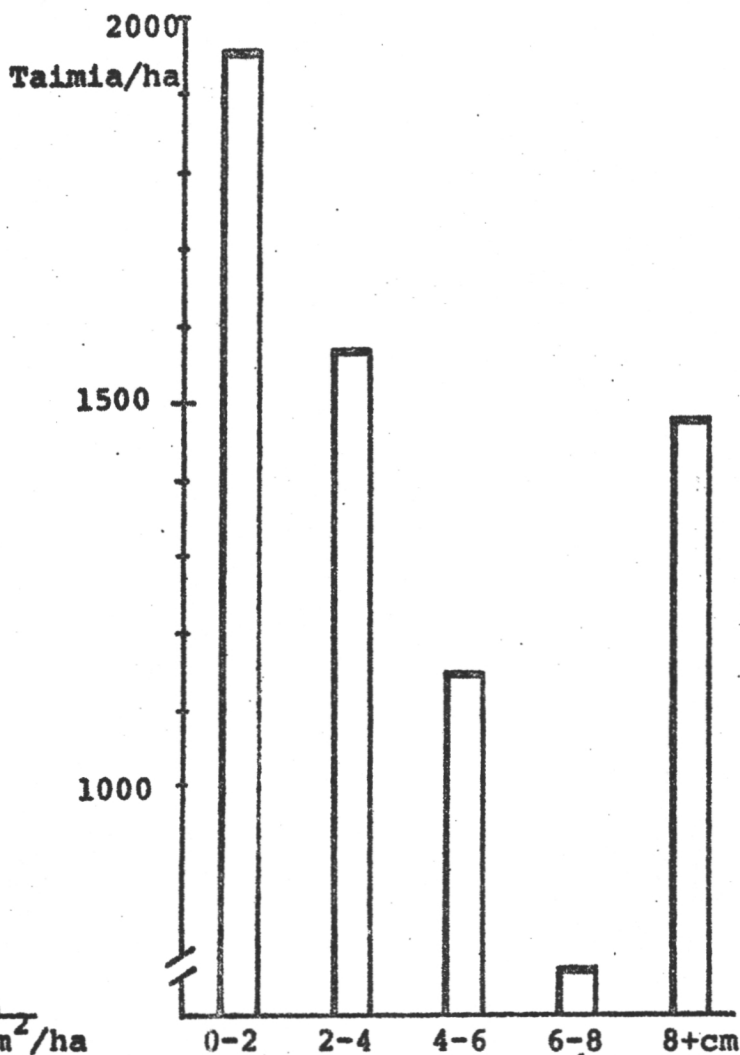
Kuva 1. Kehityskelpoisten taimien määrä metsätyypeittäin sementtävän puuston etäisyyden funktiona.



Kuva 2. Kehityskelpoisten taimikoiden osuus reunametsän valtapituusluokittain.



Kuva 3. Kehityskelpoisten taimikoiden osuus kuusen kantojen pohjapinta-alaluokittain.



Kuva 4. Kehityskelpoisten taimien määrä humuksen paksuusluokittain.

kehityskelpoisten taimien määrä alkoi laskea ja saavutti minimin humuskerroksen ollessa 6-8 cm:ä paksu. Kerroksen edelleen vahvistuessa taimimäärä jälleen kasvoi. Tällöin kyseessä ei useinkaan ole enää puhdas kangashumus, vaan uudistusala on jossain määrin soistunut ja osa humuskerroksesta on turvetta, joten se on suhteellisen hyvä taimettumisalusta. Taimimäärä ei kuitenkaan kohonut yhtä suureksi kuin ohuthumuksisilla uudistusaloilla, vaan paksuhumuksisten uudistusalojen taimikot vaativat usein täydentämistä.

Maalaji ja kivisyys

Moreenimaista keskimäärin 45 % oli taimettunut vähintään välttävästi, kun vastaava luku hiekka- ja hietamaiden uudistusaloilla oli 61 %. Tulos vaihteli metsätyypeittäin jonkin verran.

Kivisyys osoittautui erittäin merkittäväksi uudistusalan taimettumiseen vaikuttavaksi tekijäksi. Määrällisesti alat jakaantuivat melko tasaisesti vähäkivisiin ja kivisiin. Erittäin kiviseksi luokiteltiin vain yksi uudistusala, joten viimeksimainitut luokat on allaolevassa jaotelmassa yhdistetty.

Taimikon kehityskelpoisuus	Maaperän kivisyys	
	Vähäkivinen	Kivinen
Hyvä	19 kpl (50 %)	10 kpl (32 %)
Välttävä	7 " (18 %)	6 " (19 %)
Heikko	12 " (32 %)	15 " (49 %)
Yhteensä	38 kpl (100 %)	31 kpl (100 %)

Ero hyvin ja huonosti taimettuneiden alojen kivisyydessä oli merkittävä. Vähäkivisistä aloista puolet oli hyviä, kun taas kivisistä aloista vain 1/3 kuului tähän ryhmään. Välttävien alojen osuus oli lähes sama kivisyydestä riippumatta. Kivisistä aloista puolet oli heikkoja, mutta vähäkivisistä vain 1/3.

Muokkaus

Muokkausmenetelmän vaikutusta luonnontaimien määrään selvitettiin erityisen muokkauskokeen avulla. Puolukkatyyppin yhtenäiselle uudistusalalle oli v. 1974 perustettu koe, jossa 40 x 50 metriä suurilla ruuduilla oli käytetty seuraavia maanpinnan valmistus-

menetelmiä: Traktorilaikutus (kantokoukulla), lautasauraus (TTS-metsä-äkeellä), piennarauraus ja kaivurimätästys. Kokeessa oli neljä toistoa. Uudistusalan sekä etelä- että pohjoissivulla oli puhdas, varttunut kasvatusmännikkö. Alalla oli suoritettu avohakkuu ennen muokkausta.

Mitä tehokkaampaa muokkausmenetelmää oli käytetty sitä enemmän kehityskelpoisia taimia oli:

Muokkaus- menetelmä	< 800	Taimia, kpl/ha		Keskim.
		800-1000 Ruutuja, kpl	> 1000	
Laikutus	3	1	-	670
TTS	1	1	2	1390
Auraus	-	2	2	1585
Mätästys	-	1	3	1770

Näyttää ilmeiseltä, että laikutetuilla ruuduilla luonnontaimien alkukehitykselle otollista kivennäismaata paljastui liian vähän. Lautasauratuilla ja auratuilla ruuduilla taimimäärät olivat laikutukseen verrattuina olennaisesti suuremmat ja kaivurilla mätästetyt ruudut olivat taimettuneet parhaiten.

Tarkasteltaessa koko aineiston jakautumista kehityskelpoisuusluokkiin muokkausmenetelmittäin paras tulos saatiin lautasauratuilla ja auratuilla aloilla ja heikoin käsittelemättömillä aloilla (taulukko 7). On kuitenkin otettava huomioon, että aurausta ja mätästystä oli käytetty vain avohakkuualoilla, kun taas lautasaurasta oli käytetty myös siemenpuualoilla. Näin ollen edellä esitelty muokkauskoe antaa oikeamman kuvan menetelmien keskinäisestä paremmuudesta, vaikka siinä puolestaan muokkauksen jälkeinen sateinen kesä suosi voimakkaita muokkausmenetelmiä. Männyn luontaiseen uudistamiseen soveltuvilla kangasmailla lautasauraus on ilmeisesti riittävä ja suositeltava muokkausmenetelmä.

LOPUKSI

Tämän tutkimuksen mukaan männyn luontainen uudistaminen on onnistunut selvästi paremmin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Suurin vaikutus tähän on varmasti maanmuokkauksen yleistymisellä. Aineiston suppea-alaisuuden takia tuloksen yleistämiseen on suhtauduttava varoen, mutta näyttää ilmeiseltä, että maanmuokkauksen yleistyttyä kaikkien omistajaryhmien mailla luontaisen uudistamisen tulokset ovat parantuneet. Myös viljellen perustettuihin taimikoihin tulee entistä enemmän täydennystaimia luontaisesti.

KIRJALLISUUS

- HÄNNINEN, T., RÄSÄNEN, P.K. & YLI-VAKKURI, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja no. 7: 1-95.
- KINNUNEN, K. 1977. Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä. Folia For. 318:1-25.
- " & LINNIMÄKI, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Folia For. 329:1-32.
- LEHTO, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistamisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Acta For. Fenn. 66.2:1-106.
- " 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 67.4:1-140.
- LEIKOLA, M., METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. & TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967-1975. Folia For. 312:1-27.
- METSÄTILASTOLLINEN VUOSIKIRJA 1977-78. 1979. Folia For. 375:1-197.
- SARVAS, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 37.6:1-43.
- TAKALA, P. 1975. Taimikon hoito. Tapion taskukirja. ss. 121-128.
- TERTTI, M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 20.2:1-98.
- TYNYS, T. 1977. Luontaisen uudistamisen antamia tuloksia Lounais-Suomen piirimetsälautakunnassa. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosasto. 79 s.

Taulukko 1. Tutkittujen uudistusalojen lukumäärä, pinta-ala ja keskikoko metsätyypeittäin

Metsätyyppi	Uudistusaloja, kpl	Pinta-ala, ha	Keskikoko, ha
MT	8	3,5	0,4
VT	22	18,6	0,8
CT	34	32,0	0,9
ClT	5	5,6	1,1
Yhteensä	69	59,7	0,9

Taulukko 2. Taimikoiden kehityskelpoisuusluokittelu.

Metsätyyppi	Kehityskelpoisuus					
	Hyvä		Välttävä		Heikko	
	Taimia	Nollar.-%	Taimia	Nollar.-%	Taimia	Nollar.-%
MT	>1600	0-15	1600-1000	16-24	<1000	25-100
VT	>1400	0-17	1400-900	18-26	< 900	27-100
CT ja ClT	>1200	0-24	1200-800	22-27	< 800	28-100

Taulukko 3. Taimikoiden kehityskelpoisuus metsätyypeittäin.

Metsätyyppi	Hyvä				Välttävä				Heikko			
	kpl	%	ha	%	kpl	%	ha	%	kpl	%	ha	%
MT	2	25	1,2	34	1	13	0,2	6	5	62	2,1	60
VT	9	41	9,1	49	5	23	5,2	28	8	36	4,3	23
CT	15	44	22,0	69	6	18	2,9	9	13	38	7,1	22
ClT	3	60	3,5	63	1	20	0,3	5	1	20	1,8	32
Yht./keskim.	29	42	35,8	60	13	19	8,6	14	27	39	15,3	26

Taulukko 4. Kehityskelpoisten taimien määrä (kpl/ha).

Taimikon kehityskelpoisuus	Metsätyyppi				
	MT	VT	CT	ClT	Keskim.
Hyvä	2817	2344	2316	1757	2301
Välttävä	1722	1547	1319	1303	1436
Heikko	480	648	759	481	664
Keskim.	1219	1546	1544	1411	1497

Taulukko 5. Siementävän puuston etäisyyden vaikutus kehityskelpoisten taimien lukumäärään.

Etäisyys siem. puus- toon, m	Koealoja kpl	Taimia/koeala %				Taimia keskim./ha
		0	1	2	3	
0-20	839	22	15	12	51	1917
20-40	416	37	22	14	27	1305
40-60	309	35	23	17	25	1340
60-80	200	43	27	10	20	1065
80-100	109	51	19	16	14	798
100-150	46	50	9	11	30	1093
150+	33	55	27	12	6	697

Taulukko 6. Taimikoiden jakaantuminen kehityskelpoisuusluokkiin reunametsän osuuden perusteella.

Taimikon kehitys- kelpoisuus	Siementävää puustoa kuvion piiristä, %									
	Ei reunam.		0-25		25-50		50-75		75-100	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Hyvä	-	-	7	28	4	57	3	60	5	83
Välttävä	-	-	5	20	1	14	-	-	1	17
Heikko	6	100	13	52	2	29	2	40	-	-
Yhteensä	6	100	25	100	7	100	5	100	6	100

Taulukko 7. Taimikkojen kehityskelpoisuus muokkausmenetelmittäin.

Taimikon kehitys- kelpoisuus	Muokkaa- maton		Traktori- laikutus		Lautas- auraus		Piennar- auraus		Mätästys		Muu	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Hyvä	2	14	1	20	17	55	6	55	2	29	1	100
Välttävä	4	29	-	-	5	16	2	18	2	29	-	-
Heikko	8	57	4	80	9	29	3	27	3	42	-	-
Yhteensä	14	100	5	100	31	100	11	100	7	100	1	100

* Maan pintaosa kokonaan poistettu (hiekanottoalue)

AARNOMYRSKYN TUHOT ERILAISISSA METSIKÖISSÄ

Olavi Laiho

Myrsky aiheuttaa metsissämme huomattavaa tuhoa. Varsinaisia suurtuhoja on keskimäärin joka kolmas vuosi (LAITAKARI 1952) ja pieniä joka vuosi lukuisasti. Varsinaisten myrskytuhojen ohella tuuli kaataa vuosittain huomattavan määrän yksittäispuita.

Myrskypuiden talteenotto tulee aina kalliiksi ja yksittäispuut jäävät usein kokonaan korjaamatta. Pirstoutuminen ja pilaantuminen vähentävät hakkuukertymän määrää ja heikentävät laatua. Vajaa-tuottoisuus ja kaarnakuoriaistuhot ovat niinikään myrskytuhometsiköille luonteenomaisia. Näkymättöminä vikoina jää pystypuustoon erilaisia halkeamia sekä juuristoon runsaasti lahottajasienien iskeytymiselle alttiita katkeamiskohtia (HINTIKKA 1973).

Myrskytuhot keskittyvät kesäkauteen. Ukkosmyrskyt ovat usein paikallisia ja esiintyvät yleisimmin heinä-elokuussa. Syysmyrskyt ajoittuvat syys-joulukuuhun ja aiheuttavat tuhoa laajoilla alueilla. Marraskuun 16 päivänä 1978 Länsi-Suomessa raivonnut ns. Aarnomyrsky on viimeisin suurtuhoja maassamme aiheuttanut syysmyrsky. Se kaatoi puuta noin 3 milj. m³ Etelä-Pohjanmaalta, Satakunnasta ja Pirkka-Hämeestä. Myrskyn laajuuden selvittyä päätettiin Parkanon tutkimusaseman toimesta Metsähallituksen osittaisen rahoituksen turvin tehdä inventointitutkimus tarkoituksella selvittää, millaiset metsiköt olivat olleet myrskylle arimmat ja millaisin kasvatus-toimenpitein tuhoja voitaisiin välttää.

AINEISTO

Tutkimus suoritettiin Metsähallituksen Parkanon hoitoalueessa, jossa myrsky kaatoi noin 2,2 % pystypuustosta eli 130 000 m³. Inventoinnin kohteeksi valittiin tutkimusasemaa suhteellisen lähellä oleva ja metsikkökoostumukseltaan monipuolinen Itä-Aureen toimintapiiri, joka samalla on eteläisen Suomen korkeimpia alueita (noin 200 m mpy.). Hoitoalueessa vastikään olleen metsätalouden tarkastuksen johdosta oli käytettävissä ajan tasalla olevat metsikkötiedot ja kartta. Sille piirrettiin kilometrin välein itä-länsisuuntaiset linjat, joille 50 metrin etäisyyksin sijoitettiin yhteensä 1784 relaskooppialaa. Näiltä näytealoilta suoritettiin mm. seuraavat mittaukset ja määritykset: pystypuusto (rinnantasalta

2,83 cm hahlolla), tuulikaadot (kannontasalta 2 cm hahlolla), puiden kaatumissuunta ja -tapa, paalujuuren ja lahojen esiintyminen sekä metsä- ja suotyyppi, maalaji, kehitysluokka, valtapituus, paikan suhteellinen korkeusasema ja kohteen avoimuus länsi-lounaistuulille. Maastotöiden jälkeen merkitsi toimintapiirin tekniikko kunkin kuvion kohdalle viimeisen hakkuun ajankohdan ja mahdollisen lannoituksen. Inventointi suoritettiin myrskyä seuranneena kesänä, jolloin noin puolet puustosta oli jo korjattu.

SÄÄOLOJEN JA MYRSKYN LUONNE

Myrskyä edeltävä syyskuu oli läheisellä Länsi-Aureen sääasemalla sateinen (99 mm). Lokakuun jälkipuolisko oli kylmä ja maa routaantui. Marraskuun alku puolestaan oli lämmin ja kahtena myrskyä edeltävänä päivänä satoi 25 mm. Tällöin routa sulii ja maa kastui läpikotaisin.

Tuuli oli verrattain voimakasta jo myrskyä edeltävänä päivänä. Vaasan, Porin ja Tampereen lentosääasemilla mitattiin tuulen suurimmaksi keskinopeudeksi 10-16 m/s nopeimpien puuskien yltäessä tasolle 15-27 m/s. Joitakin yksittäispuita kaatui jo tällöin. Itse myrskypäivä alkoi rauhallisesti, mutta aamupäivän kuluessa tuuli yltyi tasaisesti. Samalla sen suunta alkoi kääntyä kaakosta luoteeseen. Voimakkaimmillaan tuuli oli klo 12.00-17.00. Tällöin se puhalsi länsi-lounaasta 16-19 m/s nopeudella puuskanopeuden yltäessä 25-28 m/s.

Tuuli ei nopeudeltaan ollut myrskyksi kova (vrt. HEIKINHEIMO 1927), mikä näkyy siitäkkin, että useimmat puut kaatuivat juurineen (62 %) tai jäivät nojalleen (34 %) ja vain 4 % katkesi. Tuhojen syntyä edesauttoivat roudan sulaminen, maan märkyys, tuulen pitkäaikaisuus ja vaihteleva suunta. Kaatumista tapahtui tasaisesti koko keski- ja iltapäivän ajan eninpien puiden kaatuessa itäkoilliseen.

ERI PUULAJIT

Tutkimusalue oli puulajikoostumukseltaan mäntyvaltainen kuusen osuuden ollessa noin kolmannes ja koivun runsaat 10 %. Iältään puusto oli verrattain nuorta, sillä alle 20-vuotiaita metsiköitä oli runsas kolmannes. 60 vuotta vanhempia metsiköitä oli neljännes, niistä 14 % yli 100-vuotiaita.

Laskettaessa kullekin puulajille koealoittainen kaatumisprosentti ja niille painottamaton keskiarvo havaitaan männyn olleen yllättävästi kaikkein herkin kaatumaan (3,9 %). Kuusta oli kaatunut selvästi vähemmän (3,0 %) ja koivua vain murto-osa edellisistä (0,5 %).

Koivun osalta on hyvän myrskynkestävyyden syyksi helppo nähdä lehdettömyys. Kuusen ja männyn kesken osasta aineistoa suoritettu vertailu osoitti, että järeimmät kuuset olivat kaatuneet mäntyä yleisemmin, mutta alle tukkimitan olevissa kuusissa tuho oli jäänyt vähäiseksi. Tämä selittyy sillä, että kuusi hitaan alkukehityksensä vuoksi on tällöin paljolti alikasvosasemassa männyn ja koivun suojaamana. Männylle puolestaan oli luonteenomaista tuhojen yleisyys nuorissa harvennusmetsissä, joista monet oli kylvetty. Kaatuminen oli tapahtunut hajaltaan sieltä täältä ilman selviä keskittymiä.

Kuusen osalta kaatumista oli omiaan vähentämään myös se, että alueen kuusikot ovat hyvin terveitä. Tarkkaa lahomääritystä ei inventointivaiheessa enää voitu tehdä, mutta selvästi lahoiksi todettiin vain vajaat 3 %. Männyllä ei lahoa todettu lainkaan, mutta toisaalta puuttui myös paalujuuri. Hyvin kehittyneenä sitä esiintyi vain prosentin verran, kaikki hiekkamaalla. Vaikka otettaisiinkin huomioon, että käytetty määrittäystapa saattaa aliarvioida paalujuuren esiintymistä, osoittaa inventointi, että sen yleisyys moreenimailla, hienoilla lajittuneilla mailla ja turvemilla on olematon. Juuristotutkimukset on yleisimmin tehty karkeilla lajittuneilla mailla, joilla paalujuuri on yleinen (LAITAKARI 1927).

METSIKKÖRAKENNE

Runsaasti puolet metsiköistä näytealojen ympärillä oli vailla tuhoa, 40 %:ssa oli lievää tuhoa, 6 %:ssa paikoin voimakasta tuhoa ja prosentissa kauttaaltaan voimakasta tuhoa. Ryhmitettäessä aineisto kehitysluokittain (taulukko) nähdään selviä eroja. Taimistoissa tuhoa esiintyi vain vähän ja sekin oli lähinnä taimien kallistumista. Kallistumisvaurio korjaantuu yleensä itsestään, vaikka muotovikoja jääkin (HUURI 1976). Tästä saatiin näyttöä myös Aarnomyrskyn yhteydessä. Eräitä taimistoja ennen myrskyä inventoitaessa taimet olivat tanakasti maahan kiinnittyneet, mutta myrskyn jälkeen tarkastettuna juuristoltaan löystyneet ja kallistuneet (LAIHO 1979). Vuoden kuluttua tilanne oli kuitenkin korjaantunut.

Metsiköiden varttuessa tuhojen määrä kasvoi ollen korkeimmillaan yli-ikäisissä metsiköissä. Niitäkin korkeammaksi se nousi suojuspuualoilla ja taimistojen ylispuustoissa. Siemenpuista kaatui enin osa. Siemen- ja suojuspuustojen ero kehitysluokkiin 3 ja 4 osoittautui edellisten pienehköstä lukumäärästä huolimatta yleisyystestissä merkitseväksi ($P = \text{riski} = 0,04$). Toisaalta on korostettava sitä, että siemenpuiden vähäisyyden vuoksi eivät tuhot määrällisesti näissä metsiköissä nousseet kovin suureksi.

Puiden pituuden lisääntyessä niiden kaatumisriski tunnetusti kasvaa ja tämä käy johdonmukaisesti esiin myös tässä aineistossa. Tuhot alle 5 metrisissä taimistoissa ja osittain vielä alle 10 metrisissäkin metsiköissä johtuivat lähinnä siemen- ja ylispuiden kaatumisesta.

Metsikön tiheyden (m^2/ha) mukaan ryhmitellen (taulukko) kaatuneiden puiden osuus väheni selvästi puuston lisääntyessä. Aineistoon sisältyy joukko ylitiheitä ja yli-ikäisiä säästömetsiäkin, mutta niissäkin puita oli kaatunut vain hajaltaan sieltä täältä ja kaatumisprosentti jäi pieneksi. Pohjapinta-alana mitaten tuho kuitenkin oli kaikissa $10 \text{ m}^2/\text{ha}$ ylittävissä metsiköissä samaa suuruusluokkaa.

KASVUPAIKKA

Kuivilla kankailla kaatumisprosentti oli suurempi kuin tuoreilla mailla (taulukko). Toisaalta tuho oli viime mainituilla yleisempi ($P 0.002$). Viljavilla mailla myrskytuhoa on omiaan lisäämään puuston pituus. Päinvastaiseen suuntaan puolestaan vaikuttaa näiden maiden keskimääräistä alavampi sijainti. Pohjapinta-alana mitattuna tuho oli tuoreilla ja sitä paremmilla mailla selvästi suurin. Vastaavanlaisen tuloksen antaa soistumisasteittainen tarkastelu. Puita oli kaatunut eniten soistumattomilta kankailta, vaikkei kaatumisprosentti puuston suuresta määrästä johtuen noussutkaan niin suureksi kuin syväturpeisilla soilla.

Maalajin vaikutusta myrskytuhoalttiuteen aineisto valaisee hyvin rajoitetusti, sillä pääosa tutkimusalueen mineraalimaista oli hiekka- ja hietamoreenia. Tuho oli viime mainituilla hieman yleisempää kuin edellisillä.

MAASTON JA PUUSTON ANTAMA SUOJA

Tulosten mukaan (taulukko) ympäristöään korkeammat kohdat ovat myrskylle altteimmat. Pieniinkin, muutaman metrin korkeisiin kumpareisiin tuuli tarttuu tasamaata kovemmin. Mäkien suojaamat notkot olivat säilyneet kaikkein parhaiten, vaikka niissä monesti on juuristokehitystä ajatellen liikaa vettä.

Mitä tiheämpi metsä oli suojana tuulta vastaan, sen vähäisemmiksi tuhot jäivät. Suojaava vaikutus ulottuu useiden kymmenien metrien päähän metsänreunasta (KALELA 1934). Aukean yli esteettä puhaltava tuuli on vaarallinen kohdatessaan metsän laiteen. Jos aineisto luokitellaan sen mukaan, oliko näyteala lähellä ojaa, tietä tai metsikkörajaa (taulukko) nähdään niiden kaikkien selvästi lisänneen puuston kaatumista. Vertailu vanhojen ja nuorien metsikkörajojen välillä osoittaa viimeainittujen suuren riskialttiuden (P 0,04). Vaikka heikoimmat puut vanhojen metsikkörajojen läheltä jo osaksi olisivat aikaisemmin ehtineet kaatua-kin, osoittaa tulos, että puusto tuulelle alttiiksi jouduttuaan vahvistaa vuosien mittaan myrskynkestävyyttään. Tämä tapahtuu mm. siten, että paksuuskasvu keskittyy puun tyveen (LAITAKARI 1927, KALELA 1934).

HAKKU JA LANNOITUS

Metsän harventaminen merkitsee tuulen kulun esteiden vähene- mistä ja näin puita kohtaava tuulirasitus kasvaa. Myrskynkestä- vyyttä puolestaan heikentää hakkuuta seuraava latvuston painon kasvu, joka on nopeampaa kuin rungon lujittuminen. Kestävyyttä heikentävät myöskin juuristoa katkovat ajourat.

Aineisto osoittaa tuhojen suuren yleisyyden hakkuuta seuraneina neljänä ensimmäisenä vuotena. Sen jälkeen tilanne vakiin- tui lukuunottamatta eräitä vanhahkoja siemenpuualoja, joilta puita kaatui runsaasti. Ero neljää vuotta vanhempien ja nuorempien hakkuualojen tuhoprosentissa oli yli viisinkertainen ja erittäin merkitsevä. Vastaavanlainen tulos on saatu tutkimuksissa kautta linjan (PERSSON 1975) ja myrskytuhojen mahdollisuus ja ennalta- ehkäisy on näin ollen hakkuista suunniteltaessa otettava aina tärkeänä tekijänä huomioon.

Osalla metsiköitä oli tehty typpilannoitus joko oulunsalpie- tarilla (600 kg/ha), ammoniumnitraatilla (450 kg/ha) tai urealla

(300 kg/ha). Lannoituksesta kuluneen ajan mukaan ryhmiteltynä (taulukko) nähdään, että verrattain korkeita kaatumisprosentteja esiintyi muutama vuosi sitten lannoitetuissa metsiköissä. Viittä vuotta vanhemmissa kohteissa tuhoja ei enää samassa määrin esiintynyt. Puulajeittain tarkastellen lannoitus lisäsi tuhoa selvästi männyllä (P 0,0003), mutta kuusella vaikutusta ei havaittu. Koko aineistossa lisäys oli selvä (P 0,0002), mutta huomattakoon että se oli vain murto-osa hakkuun vaikutuksesta.

Lannoituksen myrskytuhoriskiä lievästi lisäävä vaikutus on todettu myös ruotsalaisissa tutkimuksissa (PERSSON 1975). Se johtuneesi siitä, että neulasmassa alkaa toisena lannoituksen jälkeisenä kasvukautena voimakkaasti lisääntyä (VIRO 1965) ja näin latvuksen paino kasvaa huomattavasti. Myös paksuuskasvu alkaa tuolloin suureta, mutta sen runkoa vahvistava vaikutus on latvuksessa tapahtuvia muutoksia hitaampi ja vähäisempi. Männyn kuusta selvempi reagointi lannoitukseen tuntuu luontevalta siinä valossa, että valopuuna sen latvuksen painopiste on suhteellisen korkealla ja nopeasta neulas-kierrosta johtuen myös latvuston painon suhteellinen lisäys muodostuu kuusta suuremmaksi.

PÄÄTELMIÄ

Tämä tutkimus kohdistuu vain yhden myrskyn aiheuttamiin tuhoihin eikä siitä niinmuodoin voida saada täysipainoista kokonaiskuvaa erilaisia metsiköitä uhkaavasta myrskytuhoriskistä. Aineiston laajuus, tulosten johdonmukaisuus ja tilastollinen merkitsevyys antavat kuitenkin mahdollisuuden eräisiin päätelmiin.

Ensiksikin voidaan sanoa, että myrskytuhoja ei koskaan voida täysin välttää. Lahoava puusto kaatuu ennen päätehakkuuikää, vaikka sitä kuinka suojeltaisiin. Samaten monien puuyksilöiden juuristokehitys muodostuu kivien yms. esteiden, istutusvirheiden jne. vuoksi toispuoliseksi ja ennen pitkää seurauksena on kaatuminen.

Puulajin valinta voidaan suorittaa ottamatta isommalti huomioon eri puulajien myrskynkestävyyttä. Tässä aineistossa kiinnittää harvennusikäisten männiköiden kaatumisalttius erityistä huomiota, mutta vanhana mänty oli kyllä kuusta kestävämpi.

Hakkuut ovat suurin myrskytuhoriskiä aiheuttava tekijä. Hakkaustavan oikealla valinnalla riskiä voidaan kuitenkin pienentää. Harvennusten tulisi olla lieviä ja toistua usein. Tällöin epäsuhte latvuksen, rungon ja juuriston välillä ei pääse suureksi. Varttuneen ylitieheen metsän voimakas harventaminen on erittäin riskialtis ja

johtaa säännöllisesti pahoihin tuhoihin, vaikkei myrskyvuosiakaan esiintyisi.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää paljaaksihakkuualueiden rajaukseen. Maaston muotoja on tarkoin pyrittävä käyttämään hyväksi, samaten kuin kaikkia tuulella vahvistuneita metsikkörajoja. Yhteistoiminta naapureiden kanssa on kapeilla metsäsaroilla erittäin hyödyllistä.

Siemen- ja suojuspuualojen myrskytuhoalttius on syytä erityisesti mainita. Uudistamismenetelmää valittaessa on selvitettävä, voidaan-ko tuulenskaatopuut korjata vai ei ja minkälaiset tappiot ovat odotettavissa.

Myöskin lannoituksia suunniteltaessa on myrskytuhot pidettävä mielessä. Lannoitusta ei voida suositella tehtäväksi harvennuksen yhteydessä, vaan vasta puuston toivuttua sen aiheuttamasta heikkoudentilasta. Silloin myös lannoituksen puun kasvua lisäävä vaikutus muodostuu mahdollisimman suureksi neulaston ollessa hakkuun seurauksena rehevöitynyt. Näin menetellen voidaan lannoitus suorittaa siten, että sen aiheuttama myrskytuhoriski jää saavutettavaan hyötyyn nähden vähäiseksi.

KIRJALLISUUS

- HEIKINHEIMO, O. 1927. Myrskytuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä. MTJ 12.
- HINTIKKA, V. 1973. Wind-induced root movements in forest trees. Selostus: Havaintoja tuulen aiheuttamista liikkeistä puiden juuristoissa. MTJ 76.2.
- HUURI, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia. Folia For. 265:1-22
- KALELA (CAJANDER), E.K. 1934. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. AFF 40.10.
- LAIHO, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästysalueilla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8:1-12.
- LAITAKARI, E. 1927. Männyn juuristo. AFF 33.1.
- " 1929. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. AFF 34.34
- " 1952. Myrskyistä ja myrskyn tuhoista Suomessa vv. 1911-1950. MTJ 40.30.
- PERSSON, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan. Inst. för skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser 34:1-294
- VIRO, P.J. 1965. Estimation of the effect of forest fertilization. Selostus: Metsän lannoituksen vaikutuksen arvioiminen. MTJ 59.3.

Taulukko 1. Aarnomyrskyn kaatamien puiden suhteellinen määrä (% pohjapinta-alasta) Parkanon hoitoalueen Itä-Aureen toimintapiirissä. Luvut näytealoittaisia keskiarvoja. Alojen määrä 1513 kpl.

Kasvupaikkatyyppi

OMT + vastaavat suot	1.9
MT -"-	2.6
VT -"-	2.7
CT -"-	3.2
Keskim.	2.7

Soistumisaste

Soistumattomat kankaat	2.9
Soistuneet kankaat	2.6
Kangaskorvet ja -rämeet	0.5
Matalaturpeiset suot (30-60 cm)	0.6
Paksuturpeiset suot (yli 60 cm)	3.6
Keskim.	2.7

Kehitysluokka

Aukot ja siemenpuustot	59.2
Taimikot ja riukumetsät	1.8
Nuoret harvennusmetsät	1.9
Varttuneet harvennusmetsät	2.4
Uudistuskypsät metsät	4.1
Suojuspuustot	9.4
Yli-ikäiset metsät ym.	4.7
Keskim.	2.7

Valtapituus

1-5 metriä	5.7
6-10 "	1.3
11-15 "	2.3
16-20 "	2.5
21-25 "	3.7
Keskim.	2.7

Pohjapinta-ala

1-5 m ² /ha	3.9
6-10 "	2.3
11-15 "	4.0
16-20 "	1.3
21-25 "	1.7
26-30 "	0.8
31-35 "	1.1
36-40 "	0.2
41-45 "	1.1
Keskim.	2.7

Maasto myrskyn suunnasta katsottuna

Tasapinta	2.1
Kumpare	3.4
Mäen eturinne	3.2
Mäen laki	6.3
Mäen takarinne	3.2
Mäen takainen notko	0.9
Keskim.	2.7

Puusto myrskyn puolella

Aukea	13.6
Harva	5.0
Tyydyttävä	1.5
Täystiheä	0.4
Keskim.	2.7

Reunavaikutus

Ojanreuna	3.7
Tienvarsi	8.1
Vanha metsikköraja	2.5
Useita edellisiä	5.0
Nuori metsikköraja	10.3
Normaali kohta	2.5
Keskim.	2.7

Hakkuusta kulunut aika

1 vuosi	17.5
2 "	11.8
3 "	3.1
4 "	11.5
5 "	1.8
6-8 "	1.8
9-10 "	7.5
Enemmän	1.6
Keskim.	2.7

Lannoituksesta kulunut aika

1 vuosi	3.5
2 "	1.6
3 "	8.7
4 "	0.8
5 "	4.7
6-8 "	1.2
Enemmän	1.8
Lannoittamatta	2.4
Keskim.	2.7

VALUNNAN SÄÄNNÖSTELY OJITETULLA SUOLLA

Erkki Ahti

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston suorittamien kokeiden mukaan korkea pohjavesipinnan taso ei häiritse suopuiden kasvua touko-kesäkuussa (PELKONEN 1975, 1976). Tämän tiedon pohjalta on lähdetty kokeilemaan ns. säännösteltäviä ojaverkostoja, joiden avulla osa lumensulamisvesistä voidaan väliaikaisesti varastoida suolle.

Säännösteltävä ojaverkosto poikkeaa normaalista ojitusalueesta sikäli, että sarkaojat kaivetaan mahdollisimman vähälaskuisiksi, ts. korkeuskäyrien suuntaisiksi. Sarkaojat tai vähälaskuisilla soilla veto-ojat varustetaan turvepadoilla, joiden alta kulkee suljettava muoviputki. Putket suljetaan lokakuussa ja avataan jälleen kesäkuun lopulla.

Parkanossa suoritettut mittaukset osoittavat, että pohjavesipinta ei padotulla alueella suinkaan pysy turpeen pinnan tasolla, mutta kuitenkin n. 20 cm korkeammalla kuin normaaliojitusalueella (PELKONEN 1980).

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty laskelma siitä, miten paljon padotun ja normaalisti ojitetun alueen vesivarastot saattavat poiketa toisistaan kesäkuun alussa ja lopussa. Laskelma perustuu pohjavesimittauksiin sekä PÄIVÄSEN (1973) ja AHDIN (1978) julkaisemiin turpeen vedenpidätystietoihin.

Kun otetaan huomioon ojiin varastoituva vesimäärä (sarkaleveys 30 m, varastoituva vesimäärä $\sim 0.6 \text{ m}^3/\text{juoksumetriä kohti}$), päädytään taulukon 1 lukuihin.

Etelä- ja Keski-Suomessa lumien sulamisesta aiheutuva kevään tulvahuippu vastaa n. 150 mm:n sademäärää. Taulukko 1 osoittaa, että padotuksella kyetään pidättämään suolla kesäkuun ajan n. 800 m^3 vettä hehtaaria kohti eli 80 mm:n sademäärää vastaava vesimäärä. Tämä ei merkitse sitä, että kyseiset $800 \text{ m}^3/\text{ha}$ valuisivat patojen avaamisen jälkeen suolta pois: suuri osa turpeeseen varastoituneesta vedestä haihtuu.

Yhden turvepadon rakennuskustannukset ovat n. 100 mk (v:n 1980 hintataso). Tämä merkitsee, että jos sarkaleveys on 30 m, ojametrin hinta on 1 mk ja yhtä patoa kohti tulee n. 3 ha suota, säännösteltävä ojaverkosto tulee n. 10 % kalliimmaksi kuin normaaliojitus. Näin tasaisia soita on kuitenkin vähän.

KIRJALLISUUTTA

AHTI, E. 1978. Maaveden energiasuhteista ojitetulla suolla.

Summary: Energy relationships of soil water on drained peat.
Commun. Inst. For. Fenn. 94.3.

PELKONEN, E. 1975. Vuoden eri aikoina korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun. Summary: Effects on Scots pine growth of ground water adjusted to the ground surface for periods of varying length during different seasons of the year. Suo 26:25-32.

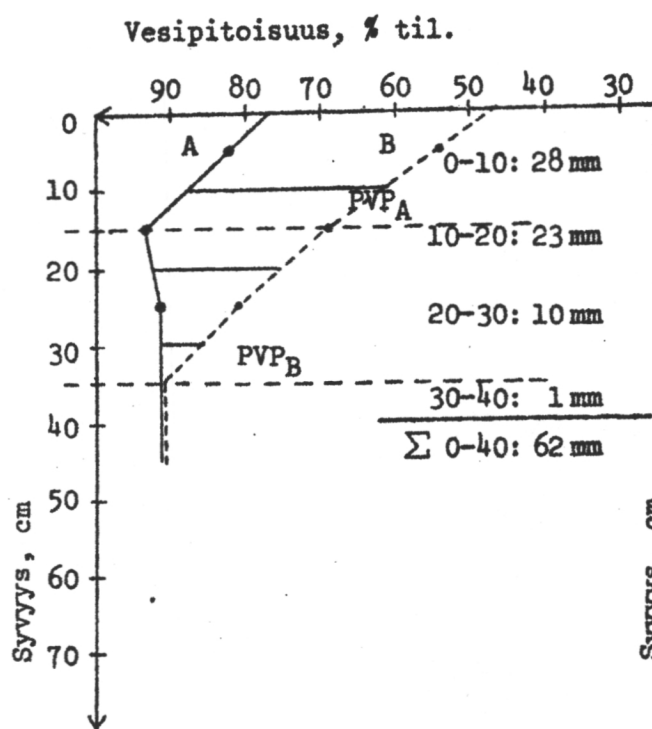
" 1976. Valunnan säännöstelyn tarpeellisuudesta metsäojitus-alueella. Summary: The need for runoff regulation on peatlands drained for forestry. Suo 27:25-32.

" 1980. Padotuksen vaikutuksesta pohjavesipinnan syvyyteen ja metsäojien kuntoon. Summary: Effect of damming on water table depth and ditch condition. Suo 31:33-39.

PÄIVÄNEN, J. 1973. Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. Seloste: Turpeen vedenläpäisevyys ja vedenpidätyskyky. Acta For. Fenn. 129.

Taulukko 1. Padotuksen aiheuttama vesivaraston lisäys ojite-
tulla suolla.

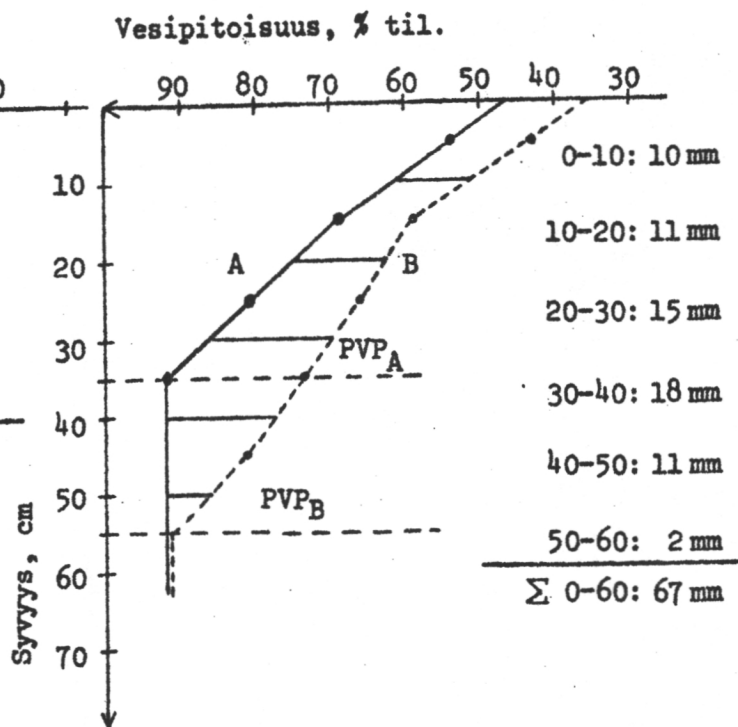
	Varastoitunut vesimäärä, m ³ /ha	
	Kesäkuun alku	Kesäkuun loppu
Ojat	200	160
Turve 0-10 cm	280	100
10-20 cm	230	110
20-30 cm	100	150
30-40 cm	10	180
40-50 cm	-	110
50-60 cm	-	20
Ojat + turve	820	830



Kuva 1. Padotuksella saatava vesivaraston lisäys; esimerkkitilanne kesäkuun alusta. A = padotusalue, B = normaaliojitus.

OLETUKSET:

- Alueen A pohjavesipinnan syvyys (PVP_A) = 15 cm
- Alueen B pohjavesipinnan syvyys (PVP_B) = 35 cm
- Turvelaji rahkaturve
- 0-20 cm H₁-H₂
- 20-60 cm H₃-H₅



Kuva 2. Padotuksella saatava vesivaraston lisäys; esimerkkitilanne kesäkuun lopulta. A = padotusalue, B = normaaliojitus.

OLETUKSET:

- Alueen A pohjavesipinnan syvyys (PVP_A) = 35 cm
- Alueen B pohjavesipinnan syvyys (PVP_B) = 55 cm
- Turvelaji kuten kuvassa 1.

LASKENTAPERUSTEET: Päivänen 1973, Ahti 1978

TURVETUOTANTOALUEIDEN SUONPOHJIEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUKSISTA PUUBIOMASSAN TUOTTAMISEEN

Seppo Kaunisto

JOHDANTO

Valtion polttoainokeskuksen tavoitteena 1970-luvun puolivälissä oli varata n. 100 000 ha suoalueita polttoturvetuotantoa varten. Julkisuudessa esitetyt energian kotimaisuusasteen lisäämiseen tähtäävät suunnitelmat näyttävät kuitenkin edellyttävän huomattavasti laajempia pinta-aloja. Vuoteen 2000 mennessä vapautunee turvetuotannosta jo useita kymmeniä tuhansia hehtaareita. Kysymys on siis niin suurista pinta-aloista, että sekä taloudellisesti että maisemallisesti ei ole yhdentekevää, mitä niille turvetuotannon päätyttyä tapahtuu. Eräänä tällä hetkellä ehkä todennäköisimpänä vaihtoehtona voitaneen pitää alueiden käyttöä puun tuottamiseen.

SUONPOHJAN OMINAISUUDET

Nykyisin menetelmin toteutetun turpeennoston seurauksena syntyy tasaisia kenttiä, joilla on olemassa tehokkaaseen kuivatukseen tarvittava veto-ojaverkosto. Riittävä sarkaojitus voitaneen tehdä vasta turpeennoston loputtua, koska sarkaojista nouseva kivennäismaa alentaa turpeen polttoarvoa. Jäljelle jäävän turvekerroksen paksuus vaihtelee pohjamaan tasaisuudesta ja kivisyydestä riippuen. Eräissä tapauksissa turve voidaan teknisesti käyttää lähes täydellisesti. Toisaalta yli metrinkin paksuiset turvekerrokset ovat mahdollisia.

Arvioitaessa turvetuotantoalueiden suonpohjien edellytyksiä puuston kasvualustana tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat suonpohjan turpeelle tyypilliset ominaisuudet:

- Se on aina hyvin maatunutta.
- Se sisältää verrattain runsaasti typpeä (taul. 1).
- Se on yleensä hapan (taul. 1).
- Sen paksuus vaihtelee.

Turpeen sisältämä typpivarasto 10 cm:n kerroksessa yhden hehtaarin alalla vaihdellee n. 1000-6000 kg:n välillä riippuen turpeen typpipitoisuudesta ja maatumisasteesta (taulukko 2). Esim. Kihniön Aitonevalla on eräällä kokeella laskettu turpeen typpimäärän

vaihtelevan 2700-4000 kg:n/ha välillä keskiarvon ollessa 3350 kg/ha. Näin ollen turve muodostaa huomattavan runsaan typpivaraston.

Turpeessa saattaa olla erittäin runsaasti rautaa. Eräissä turpeen tuhkasta tehdyissä analyysissä on löydetty rautaa jopa 30 %. PUUSTJÄRVEN (1953) mukaan rauta saostaa fosforin veteen liukene-mattomana ferrofostaattina n. pH 6,5:n yläpuolella. Näin korkea pH ei ainakaan yllä esitetyissä esimerkkitaapauksissa ole mahdolli-nen ilman maanparannusaineiden lisääystä. Erääksi ongelmaksi saat-taa muodostua boorin sitoutuminen rautaan (kts. RAITIO 1979 ja 1980), mikä saattaa tapahtua jo jonkin verran alemmassa pH:ssa.

Pohjamaan ominaisuuksista on toistaiseksi vähemmän tietoa. On todennäköistä, että hienojen lajitteiden osuus on varsin suuri, kuten esim. Haapaveden Piipsannevalla ja Kiuruveden Osmanginsuolla (taul. 3). Hienojen lajitteiden suuri osuus merkitsee myös mine-raaliravinteiden runsautta.

SUONPOHJALLE JÄÄVÄ TURVE KASVUALUSTANA

Suonpohjan mikrobisto

Alkuvaiheessa epäiltiin turvetuotannosta vapautuvien suonpohjien olevan liian steriilejä puun kasvatukseen. Tässä suhteessa MIKOLAN (1967, 1977) tekemät tutkimukset ovat ensiarvoisen tärkeitä. Hänen mukaansa juuri tuotannosta vapautuneellekin alueelle sienirihmastoja leviää jo parissa vuodessa riittävästi eikä mykoritsasienien ymp-päys alueella näin ollen ole tarpeen (MIKOLA 1967, 1975).

Kivennäisravinnelannoituksen tarve

Ensimmäiset kokeet turvetuotantoalueiden suonpohjien metsä-taloudellisesta käytöstä Suomessa on tehty jo 1950-luvun alussa (MIKOLA, P. ja MIKOLA, I. 1958). Kokeissa männyn taimien kasvu parani selvästi lisättäessä mineraaliravinteita kivennäismaan, turpeentuhkan ja puuntuhkan muodossa. Samanlaisia tuloksia on saatu myös v. 1964 Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston perustamalla kokeilla (KAUNISTO 1979). Kuten seuraavasta asetel-masta havaitaan:

	Lannoitus (NPK), g/taimi			
	0	15	30	60
Taimien pituus, cm	160	215	222	243

Syyksi todettiin liukoisen fosforin ja kaliumin vähäinen määrä suonpohjan turpeessa. Edelleen havaittiin, että jo 40-50 cm paksuinen turvekerros esti männyn taimia saamasta suon pohjamaasta mineraaliravinteita. Sama seikka on nähtävissä myös kuvassa 1, jossa on esitetty männyn taimien pituus ja kasvu turvekerroksen paksuuden funktiona em. kokeen lannoittamattomilla koeruuduilla. Tutkimusmateriaali ei sisältänyt 40 cm:ä ohuempia turvekerroksia. Edellä esitetyn perusteella näyttää ilmeiseltä, että mikäli pohjamaata aiotaan hyödyntää taimien kivennäisravinteiden lähteenä, on turvekerros joko jätettävä 40-50 cm:ä ohuemmaksi tai pyrittävä sekoittamaan pohjamaa ja turve tehokkaalla muokkauksella. Muokkausmenetelminä voi tulla kysymykseen esim. mätästys tai syväkyntö. Tällä hetkellä on jo olemassa laitteita, joilla maa voidaan kääntää aina 1 m:n syvyyteen. Tutkimukset tällä sektorilla ovat käynnissä, mutta vielä liian nuoria johtopäätösten tekoon. Keski-Euroopassa saadut kokemukset ovat kuitenkin olleet myönteisiä (WANDT ja KUNTZE 1972, WANDT ja OPPERMANN 1972).

Typpilannoituksen tarve

Suonpohjan turpeessa on runsaasti typpeä. Se on kuitenkin lähes täydellisesti sitoutuneena orgaaniseen muotoon, josta sen täytyy ensin muuttua ammoniumiksi ja/tai nitraatiksi mikrobitoiminnan avulla. Yllämainitussa tutkimuksessa (KAUNISTO 1979) todettiin, että Kihniön Aitonevan tapauksessa turpeesta vapautui riittävästi typpeä männyn taimien tarpeisiin (taul. 4.). Alustavien tuloksien perusteella näyttää kuitenkin siltä, että esim. pajun kasvatuksessa typen vapautuminen ei ole riittävää ainakaan alkuvaiheessa (kuva 2). Tulokset ovat Parkanon tutkimusaseman kasvihuoneessa toteutetusta kokeesta. Osittain saattaa kysymys olla siitä, että kokeissa käytetyt maanparannusaineet (kalkki ja puuntuhka) eivät vielä ole ehtineet vaikuttaa osittain siitä, että paju käyttää tuotettua kuiva-ainekiloa kohden huomattavasti enemmän typpeä kuin kotimainen mänty, kuten taulukon 5 luvuista voidaan todeta.

Turpeen typen mobilisoitumista voidaan edistää esim. pH:ta kohottamalla, jolloin mikrobitoiminta ja turpeen hajaantuminen nopeutuvat. Alustavien tulosten perusteella näyttää kuitenkin siltä, että ainakaan parina ensimmäisenä vuotena maanparannusaineet eivät vielä ole lisänneet kasvien käyttöön tulevaa mineraalityypen määrää (kuva 3). Sen sijaan syväkyntö pintamuokkaukseen ja muokkaamattomaan verrattuna on selvästi lisännyt kasveille käyttökelpoisen typen

määriä. Aineisto on kerätty keväällä 1979 Kihniön Aitonevalle perustetulta suopohjan metsityskokeelta kesällä 1980. Toisaalta on runsaasti näyttöä puuntuhkan pitkäaikaisesta positiivisesta vaikutuksesta turpeen typen mobilisaatioon ojitetuilla soilla (kts. esim. HUIKARI 1973, KARSISTO, M. 1979).

PÄÄTELMIÄ

Puuntuotannon kannalta olisi tärkeätä, että kasvualusta olisi ravinnesuhteiltaan mahdollisimman tasainen. Paksujen ja ohuiden turvekerrosten vaihtelu pohjamaan päällä johtaa laikuttaiseen mineraaliravinteiden lisäystarpeeseen. Paksuilla kohdilla fosfori-kalilannoitus on välttämätön, kun taas ohuilla kohdilla saatetaan tulla toimeen ilman näiden ravinteiden lisäystä. Voidaan ajatella, että paksuturpeisilla kohdilla saatamme olla tekemisissä samantapaisten kivennäisravinneongelmien kanssa kuin runsastyypisillä avosoilla. Suopohjan turpeet ovat ilmeisesti kuitenkin avosoiden turpeita tasalaatuisempia sekä maatuneisuuden että typpipitoisuuden osalta. Lisäksi ne jo kuivatettuina helposti liikuttavina tasaisina kenttinä ovat helppoja toimintakohteita. Nähtäväksi jää, missä määrin ohutturpeisilla kohdilla kyetään käyttämään pohjamaata hyväksi kasvien kivennäisravinnetarpeen tyydyttäjänä.

Toisaalta turvekerrokset edustavat arvokasta typpivarastoa, joka varsinkin vaateliaampien kasvilajien ollessa kysymyksessä kannattaisi käyttää hyväksi. Aikaisemmin mainitussa esimerkitapauksessa oli tyypeä 3350 kg/ha 10 cm:n pintakerroksessa. Tämä on oulunsalpietariksi laskettuna arvoltaan n. 9500 mk ja maastoon levitettyinä n. 11500 mk. Jos oletetaan, että jyrsinturvetuotannossa kerroin on n. 0,4 - 0,5, saadaan 10 cm:n turvekerroksesta 1 ha:n alalta 400-500 i-m³ jyrsinturvetta. Tämä arvo vaihdellee n. 8000-12500 mk:n välillä. Arvoa polttoturpeena saattaa lisäksi alentaa mineraalimaan mahdollinen sekoittuminen turpeeseen. Näin ollen jäljellä olevan turpeen typen arvo ja turpeen polttoarvo ovat varsin lähellä toisiaan edellyttäen, että turpeen tyyppi voidaan saattaa kasveille käyttökelpoiseen muotoon.

POHJOSEN (1980) mukaan 12000 kg:n kuiva-ainetuotannossa hehtaarilla vesipaju käyttää n. 150 kg tyypeä, josta 60 kg sitoutuu runkoon ja kuoreen ja 90 kg lehtiin. Tehokkaassa biomassan tuotannossa typen tarve on siis erittäin suuri. Mikäli maanparannusaineena typen mobilisoitumisen edistämiseksi käytetään puuntuhkaa,

saadaan kasvualustaan samalla tarvittavat kivennäisravinteet. Tällaisilla tasaisilla, tiiviillä, hyvinkuivatetuilla kentillä olettaisi myös tuhkan levityksen olevan verrattain huokeata.

Tuntuukin siltä, että pitkällä tähtäyksellä ei liene järkevää pyrkiä täydelliseen turvekerroksen poistoon turvetuotantoalueelta, koska samalla alueelta poistuu arvokasta ravinnetta, tyypeä, jota voidaan käyttää hyväksi biomassan tuotannossa.

Tällä hetkellä tutkitaan suonpohjien käyttömahdollisuuksia erilaisin maanparannusaine-, kasvinravinne- ja muokkauskombinaatioin sekä käyttäen myös erilaisia puulajeja. Tutkimus on kuitenkin vielä niin varhaisessa vaiheessa, että mitään varmoja toimenpideohjeita esim. jäljelle jäävän turvekerroksen paksuuden suhteen ei voida antaa. On kuitenkin luultavaa, että optimaalinen turvekerroksen paksuus on välillä 25-50 cm:ä. Samoin puulajikysymykset ovat vielä täysin ratkaisematta. On kuitenkin hyvin mahdollista, että energiapuun tuotanto tulee muodostumaan vakavaksi vaihtoehdoksi perinteiselle runkopuun tuotannolle.

KIRJALLISUUS

- HUIKARI, O. 1973. Koetuloksia metsäojitettujen soiden lannoituksesta. Summary: Results of fertilization experiments on peatlands drained for forestry. Metsäntutkimuslaitoksen, suontutkimusosaston tiedonantoja 1/1973.
- KARSISTO, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksista orgaanista ainetta hajottavien mikrobien aktiivisuuteen suometsissä. Osa II. Tuhkalannoituksen vaikutus. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatlands. Part II Effect of ash fertilization. Suo 30, 1979 (4-5):81-91.
- KAUNISTO, S. 1979. Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Summary: Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas. Folia For. 404:1-14.
- MIKOLA, P. 1967. The effect of mycorrhizal inoculation on the growth and root respiration of Scotch pine seedlings. IUFRO, XIV Congr. Pap. V:100-111.
- " 1975. Turvetuotannosta vapautuvan maan metsittäminen. Summary: Afforestation of bogs after industrial exploitation of peat. Silva Fennica vol. 9, no. 2:101-115.

- MIKOLA, P. & MIKOLA, I. 1958. Suon metsittäminen polttoturpeen noston jälkeen. Summary: Reforestation of bogs after peat harvesting. Suo 9:44-47.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 84.5:1-87.
- POHJONEN, V. 1980. Energiapajujen viljelystä vanhoilla turvetuotantoalueilla. Suo 31, (1):7-9.
- PUUSTJÄRVI, V. 1953. Raudan saostuminen soissa. Suo 4/(1b):5-12.
- RAITIO, H. 1980. Monilatvaisuusilmiö taimitarhoilla. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9.
- WANDT, H.N. & KUNTZE, H. 1972. Waldbauliche und Moorkundliche Untersuchungen über ältere Hochmoor-Aufforstungen im Emsland. Forst- u. Holzwirt, 27, (10):213-218.
- " & OPPERMANN, H. 1972. Ein Düngungsversuch zu Japanlärche und Sitkafichte auf Sandmischkultur. Forst- u. Holzwirt 27(21):444-447.
- RAITIO, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Abstract: Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms. Folia For. 412: 1-16.

Taulukko 1. Suonpohjan turpeen typpipitoisuus (%) orgaanisen osan kuiva-aineesta, standardipoikkeama ja ääriarvot eräillä turvetuotantoalueilla. pH mitattu kuivatun näytteen vesisuspensiosta.

Paikka	Näyt- teitä kpl	Orgaaninen typpi, %			\bar{x}	pH	
		\bar{x}	Stand. poikk.	Ääri- arvot		Stand. poikk.	Ääri- arvot
Aitoneva (Kihniö)	54	1.81	± 0.25	1.00-2.26	3.83	± 0.16	3.64-4.36
Piipsanneva (Haapavesi)	60	2.43	± 0.30	1.94-3.40	3.92	± 0.13	3.64-4.12
Osmanginsuo (Kiuruvesi)	4	2.40	± 0.17	2.15-2.54	4.51	± 0.05	4.46-4.57

Taulukko 2. Typen määrä kg/ha 10 cm:n kerroksessa turpeen typpipitoisuuden ja tilavuuspainon funktiona.

Tilavuus- paino g/l	Kokonaistyppi, % kuiva-aineesta			
	1.00	1.50	2.00	2.50
100	1000	1500	2000	2500
150	1500	2250	3000	3750
200	2000	3000	4000	5000
250	2500	3750	5000	6250

Taulukko 3. Pohjanmaan jakautuminen maalajitteisiin (%) sekä pH Piipsannevalla ja Osmanginsuolla.

Paikka	Fraktio							pH
	KHK 2-0.6	HHK 0.6-0.2	KHT 0.2-0.06	HHT 0.06- 0.02	KHS 0.02- 0.006	HHS 0.006- 0.002	S 0.002	
Piipsanneva	0.4	0.6	1.7	5.2	10.7	26.2	55.2	6.4
Osmanginsuo	-	0.5	5.0	22.0	21.0	24	27.5	5.3

Taulukko 4. Jatkolannoituksen vaikutus taimien kasvuun (vuosina 1973-1977) viljelyn yhteydessä lannoitetuilla suonpohjan koealoilla (Kaunisto 1979).

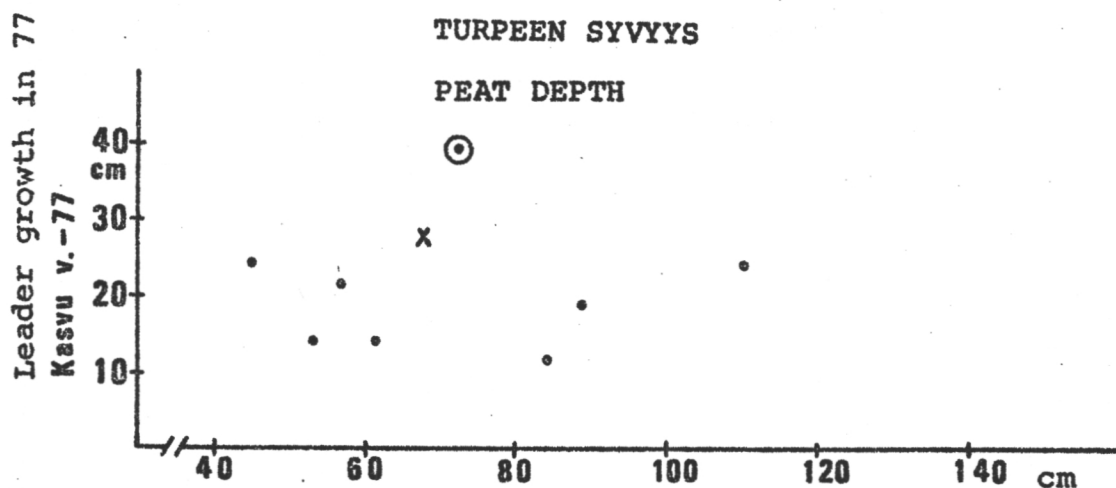
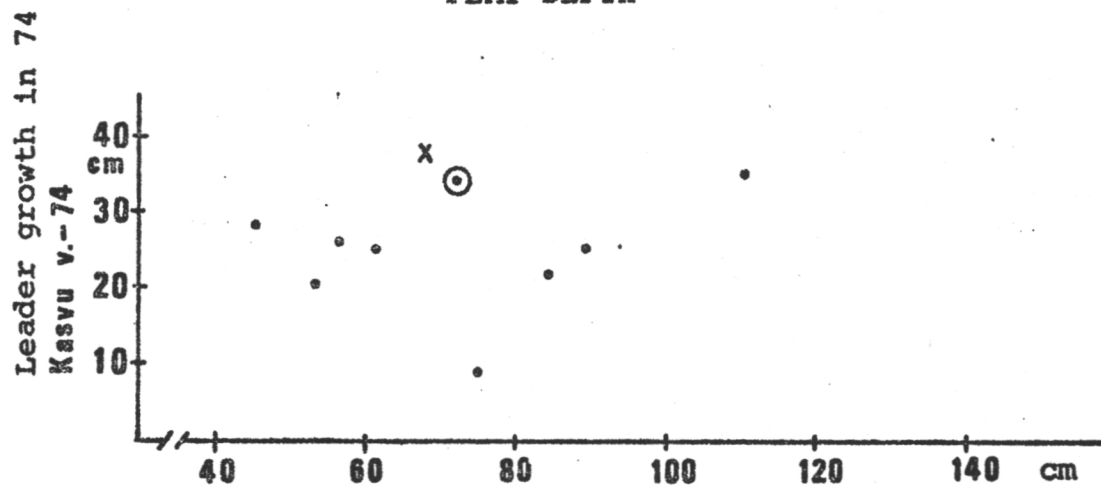
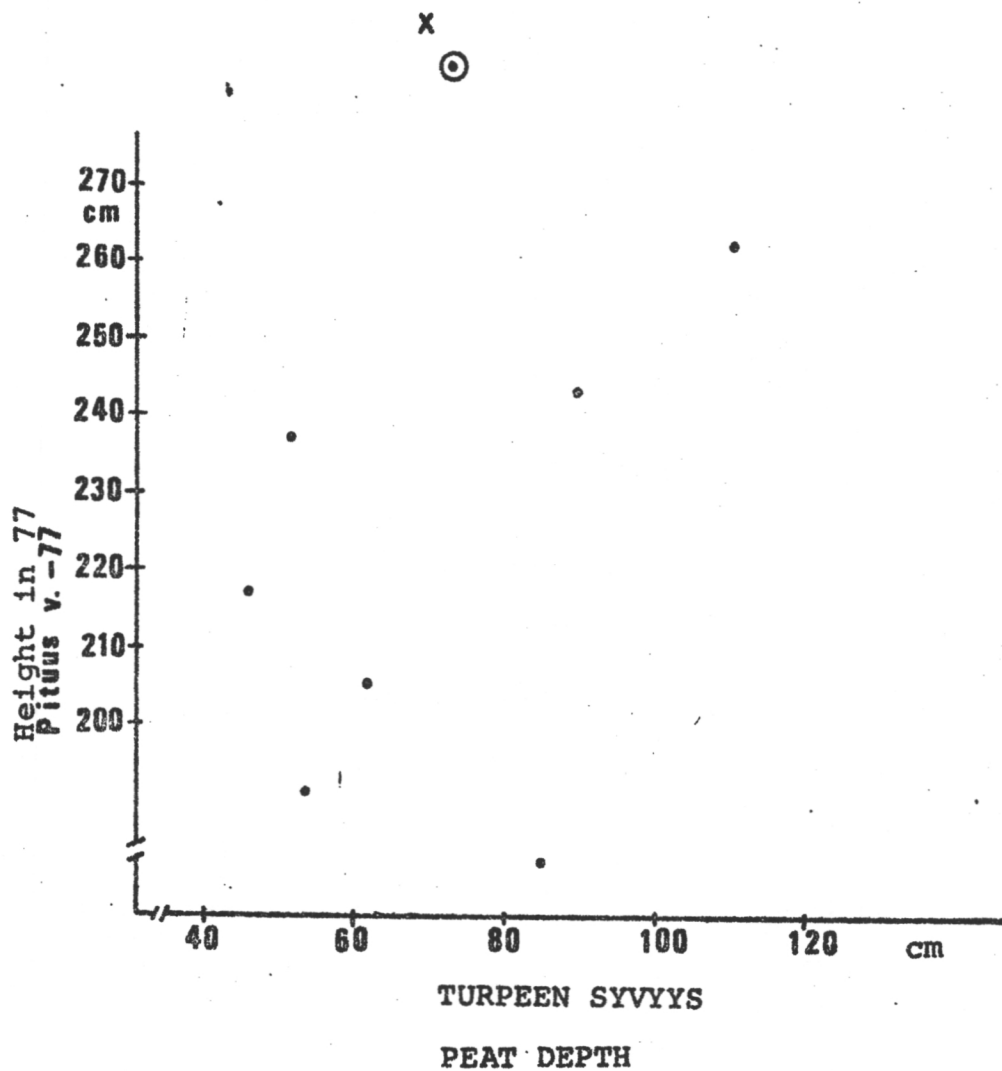
Vuosi ¹⁾	Taimien pituuskasvu, cm			W ₅ % cm	F-arvo
	Jatkolannoitus				
	N	PK	NPK		
73	32	33	31	6	0,51
74	31	34	33	6	0,29
75	22	25	24	4	3,30
76	24	39	37	8	10,69 ^{***}
77	25	43	42	5	16,97 ^{***}

1) Jatkolannoitus keuhällä 1975

Taulukko 5. Kotimaisen männyn ja vesipajun tarvitsema typen määrä tuotettua kuiva-ainekiloa kohden puuston maanpäällisissä osissa. Männyn osalta laskelma tehty Mälikösen (1974) ja pajun osalta Pohjosen (1980) esittämien lukujen perusteella.

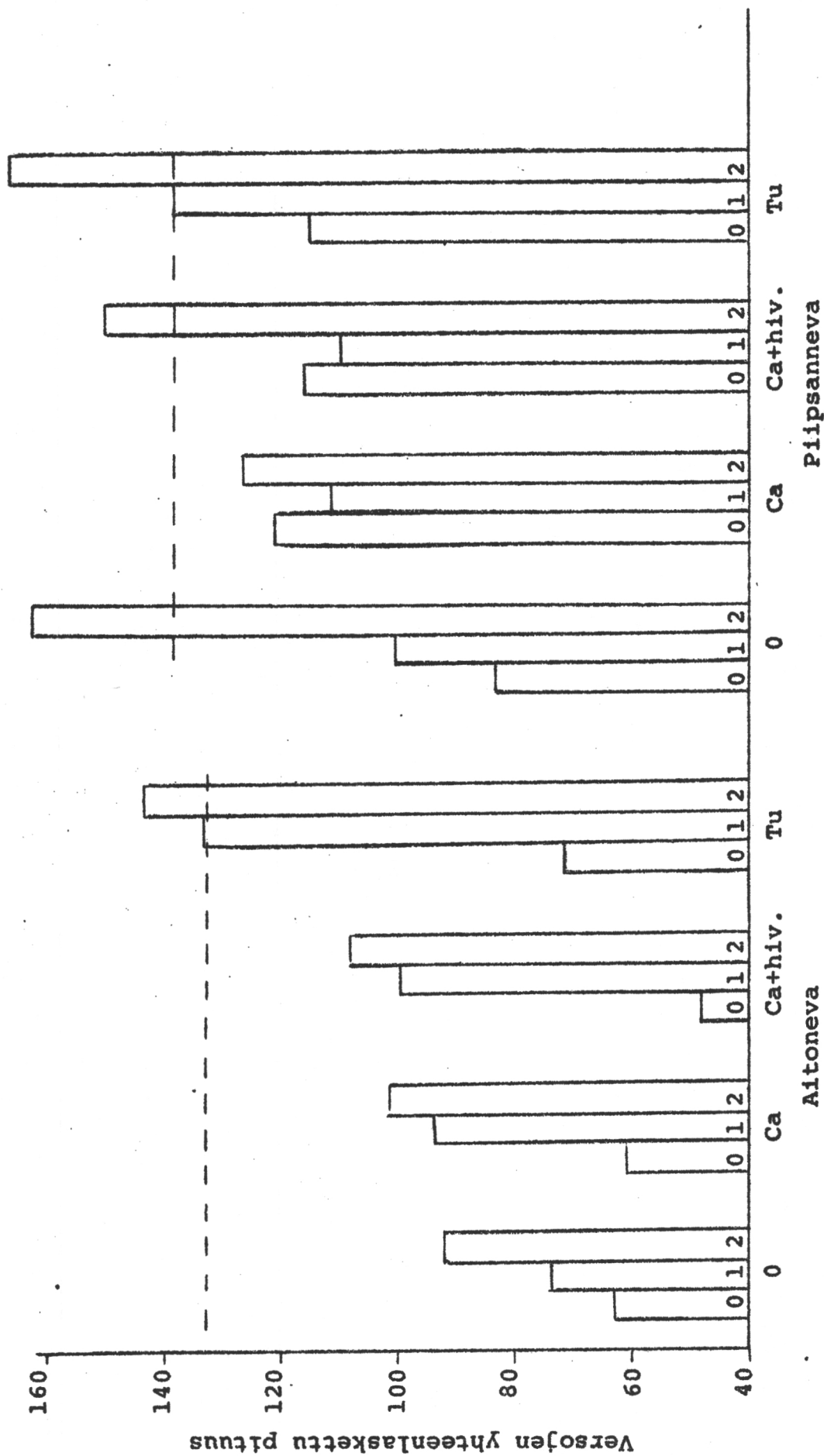
Puun osa	Mäntymetsikkö ¹⁾			Paju
	1	2	3	
	Typen määrä, g/kg kuiva-ainetta			
Puu + kuori	0.9	0.9	0.8	7.5
Puu + kuori + oksat	2.2	2.1	1.7	7.5
Koko maanpäällinen osa	5.2	5.0	5.0	12.5

1) Mäntymetsikkö 1:n puusto 30,2 k-m³, kasvu 2,26 k-m³/v
Mäntymetsikkö 2:n puusto 74,45 k-m³, kasvu 4,99 k-m³/v
Mäntymetsikkö 3:n puusto 148,79 k-m³, kasvu 5,86 k-m³/v



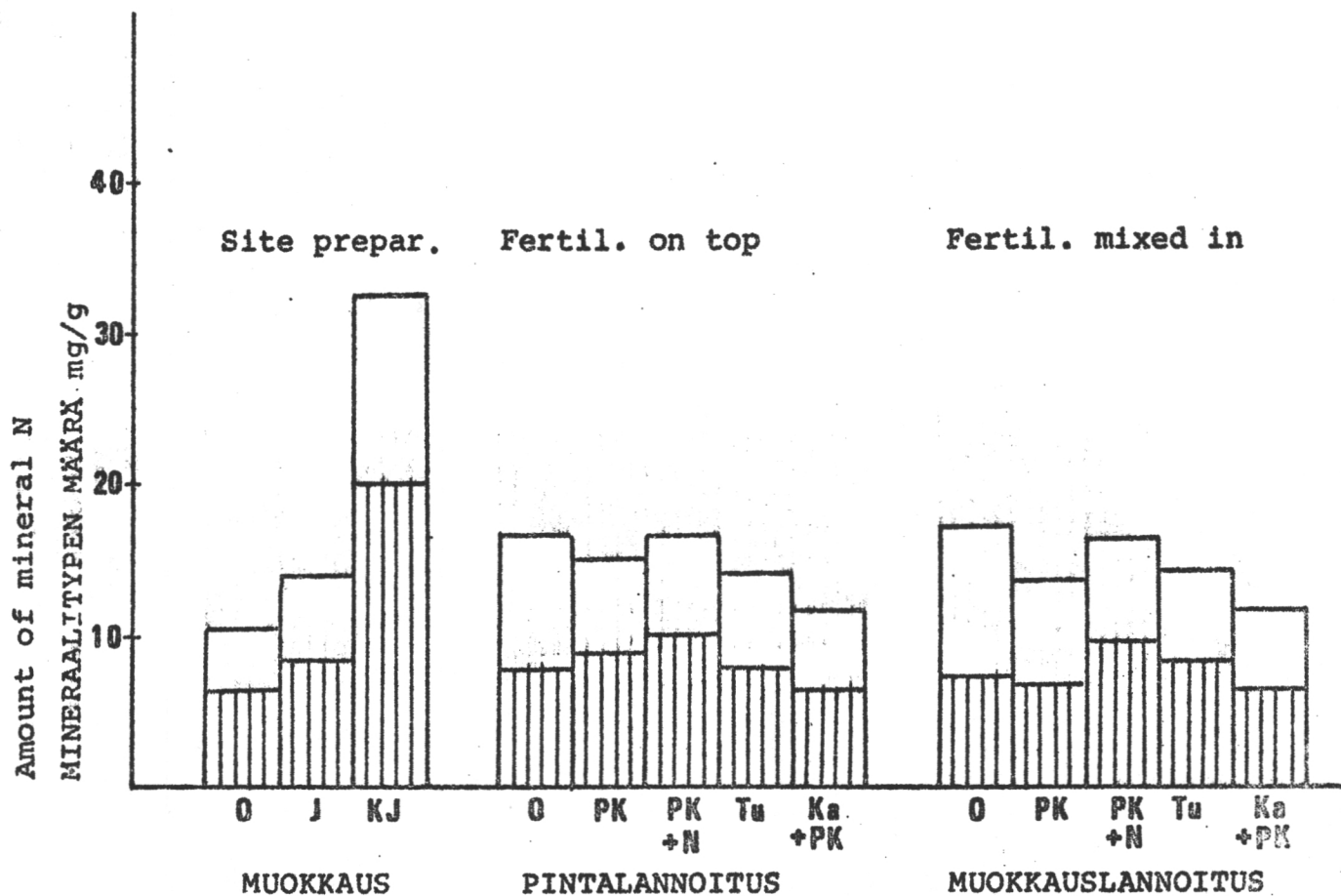
Kuva 1. Männyn taimien pituus v.1977 ja kasvu vuosina 1974 ja 1977 lannoittamattomilla koealoilla Kihniön Aitonevalla.

Koealat 57-114, Koeala- 73, x=koeala 97




Kuva 2. Pajun (*Salix viminalis*) versojen yhteenlaskettu pituus erilaisten lannoitus -ja maanparannuskäsitteilyjen yhteydessä. Kasvatus kasvihuoneessa. Turve turvetuotanto-alueen pohjaturvetta Kihniön Aitonevalta ja Haapaveden Piippsannevalta.

Selitykset: 0 = vertailu, 1 = PK, 2 = NPK, Ca = kalkki, Hi = hivenseos, Tu = puuntuhka



Kuva 3. Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus NH₃-ja NO₃-tyypen määrään Suopohjan turpeessa Kihniön Aitonevalla. 30.7.1980 J=Jyrsitty, KJ=Syväkynnetty+jyrsitty, Tu=puuntuhka, Ka=kalkki.

 NH₃
 NO₃

LANNOITUKSEN JA KASVATUSTIHEYDEN VAIKUTUS ENSIHARVENNUS- KERTYMÄÄN RÄMEMÄNNIKÖSSÄ

Eero Paavilainen

JOHDANTO

Tutkittaessa metsien ensiharvennuksen perusteita on kiinnitettävä huomiota biologisiin, teknologisiin, tuotosopillisiin ja taloudellisiin tekijöihin. Metsäntutkimuslaitoksessa on näihin saakka tutkittu ennen muuta ensiharvennukseen liittyviä korjuuteknisiä kysymyksiä (esim. HAKKILA ym. 1977). Kangasmetsien osalta on myös selvitetty, kuinka paljon ja minkä kokoista puuta saadaan nuorten metsiköiden ensiharvennuksissa (mm. VUOKILA 1975, 1976, PARVIAINEN 1973). Tutkimustyön laajentamiseksi muillekin aloille perustettiin Metsäntutkimuslaitokseen maaliskuussa 1978 ensiharvennustutkimuksia suunnitteleva työryhmä, johon nimitettiin edustaja seitsemästä tutkimusosastosta.

Kun ensiharvennuksella on varsin tärkeä merkitys metsäojiteuille ja lannoitetuille soille syntyneiden metsiköiden kasvatuksessa, tuli myös suontutkimusosasto mukaan em. työryhmään. Vuoden 1979 työohjelmaan otettiin eräiden Parkanon tutkimusaseman toimesta perustettujen kokeiden inventointi pyrkimyksenä selvittää, kuinka paljon puuta kertyy rämemänniköiden ensiharvennuksessa. Saadut mittau tulokset esitetään tässä yhteenvedossa.

AINEISTO

Aineisto kerättiin Parkanon tutkimusaseman Alkkiassa sijaitsevilta kenttäkokeilta 26 a, 26 b ja 26 c (KAUNISTO 1976, s. 14). Nämä kokeet perustettiin v. 1967 tarkoituksena selvittää kasvatus-
tiheyden (60, 75, 90 ja 100 % pohjapinta-alasta) ja lannoituksen (käsittelyinä 0 ja NPK) vaikutusta rämemännikön kasvuun ja kehitykseen. Valitettavan erehdyksen vuoksi kokeet 26 b ja 26 c saivat kuitenkin myöhemmin vuonna 1969 jatkolannoituksen, joka sekoitti alkuperäisen koesuunnitelman. Eri kokeiden lannoitus-
käsittelyt nähdään seuraavasta jaotelmasta:

Koe 26 a	Lannoitus		Koealoja kpl
	1967 ⁽¹⁾	1969 ⁽²⁾	
1	O	O	4
2	NPK	O	4
Koe 26 b			
1	O	O	3
2	O	N	2
3	O	PK	2
4	NPK	O	1
4	O	NPK	1
5	NPK	N	2
6	NPK	PK	2
7	NPK	NPK	3
Koe 26 c			
1	O	O	1
2	O	PK	1
3	NPK	O	2
3	O	NPK	3
4	PK	NPK	2

1) NPK = Y-lannosta (14 % N - 18 % P_2O_5 - 10 % K_2O) 700 kg/ha

2) N = Ureaa (46 % N) 200 kg/ha, PK = Suometsien PK-lannosta (24 % P_2O_5 - 15 % K_2O) 400 kg/ha, NPK = Ureaa 200 kg/ha + Suometsien PK-lannosta 400 kg/ha.

Kaikki kolme koetta ovat suotyypin, puuston ja ojituksen suhteen hyvin vertailukelpoisia. Suotyyppi on isovarpuinen räme. Luontaisesti syntyneiden mäntyjen lisäksi koealoilla oli joitakin koivuja. Puuston ikä oli syksyllä 1979 kaikissa kokeissa keskimäärin 40 vuotta. Tutkimusalueet oli ojitettu 1930-luvun lopulla käyttämällä n. 20 metrin levyisiä sarkoja.

Syksyllä leimattiin jokaisen koealan puusto Etelä-Suomen VT-männikön harvennusmallin mukaisesti (esim. Tapion taskukirja 1975, s. 131). Koko puusto sekä erikseen poistuma mitattiin. Puuston kuutiomäärä, kasvu ja puutavaralajijakautuma laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen matemaattisen osaston koealojen peruslaskentaohjelmalla (KPL). Aineiston jatkokäsittelyssä käytettiin hyväksi kovarianssi- ja regressioanalyysiä. Analyysien F-arvot ja selitysteet ilmenevät liitetaulukoista 1 ja 2.

TULOKSET

Puuston kasvu

Lannoitus vaikutti voimakkaimmin puuston kasvuun kokeessa 26 a. Siinä NPK-lannoituksella aikaansaatu kovarianssilla korjattu puuston kasvunlisäys oli 13 vuoden aikana $33,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ kuorellista puuta eli $2,55 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa (kuva 1).

Kokeessa 26 b eri lannoituskäsittelyt vaikuttivat puuston kasvuun seuraavasti (ks. myös kuva 2).

Lannoituskäsittely ⁽¹⁾	Kasvunlisäys $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$
2	-
3	1,07
4	0,79
5	0,74
6	1,13
7	1,12

1) Ks. sivu 2

Lannoituksen vaikutus puuston kasvuun kokeessa 26 C ilmenee kuvasta 3 sekä seuraavasta jaotelmasta.

Lannoituskäsittely ⁽¹⁾	Kasvunlisäys $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$
2	1,56
3	1,38
4	1,60

1) Ks. sivu 2

Puuston kuutiomäärän kehitys vuosien 1967 ja 1979 välisenä aikana oli riippuvainen paitsi lannoituksesta myös kasvatustiheydestä (taulukko 1, kuva 4). Puuston pohjapinta-alan kasvu $1 \text{ m}^2/\text{ha}$:lla v. 1967 merkitsi kokeessa 26 a keskimäärin $3,8 \text{ m}^3/\text{ha}:n$, kokeessa 26 b $7,4 \text{ m}^3/\text{ha}:n$ ja kokeessa 26 c $7,4 \text{ m}^3/\text{ha}:n$ ja kokeessa c $9,0 \text{ m}^3/\text{ha}:n$ suuruista kuutiomäärän lisääystä v. 1979.

Harvennuskertymä

Vuonna 1967 suoritettu lannoitus lisäsi selvästi harvennuskertymää vuonna 1979. Kokeessa 26 a lannoittamattomilla koealoilla kertymä oli $34,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja NPK:lla lannoitetuilla $58,2/\text{ha}$.

Ainespuun osuus koko hakkuukertymästä oli lannoittamattomilla koealoilla 84,2 % ja lannoitetuilla 80,6 %.

Kokeessa 26 b suurin lannoituksella aikaansaatu harvennuskertymän lisäys oli $44 \text{ m}^3/\text{ha}$, josta ainespuun osuus oli 80,9 %. Kokeessa 26 c suurin lisäys oli $35 \text{ m}^3/\text{ha}$, josta ainespuuta oli 78,8 % (ks. kuva 4).

Kasvatustiheys lannoitusta suoritettaessa vaikutti harvennuskertymään siten, että $1 \text{ m}^2/\text{ha}$:n suuruista pohjapinta-alan lisäystä v. 1967 vastasi keskimäärin $5,0 - 5,3 \text{ m}^3/\text{ha}$:n suuruinen hakkuukertymän lisäys 13 kasvukautta myöhemmin (taulukko 1).

VUOKILA (1976) on esittänyt yhtälöt harvennuskertymän määrän arvioimiseksi puuston valtapituuden (H , dm) ja poistuman pohjapinta-alan ($G_e - G_j$, $1/10 \text{ m}^2/\text{ha}$, missä G_e on pohjapinta-ala ennen harvennusta ja G_j sen jälkeen) perusteella. Käytettäessä samoja tekijöitä harvennuskertymän arvioimiseen tämän tutkimuksen aineistossa saatiin runkopuun kertymää (V_m) parhaiten selittäväksi yhtälöksi

$$V_m = 0,20539 H + 0,00228 (G_e - G_j)^2 \quad R = 0,991$$

Kun puuston valtapituus oli keskimäärin 11,8 m ja poistuma $10,0 \text{ m}^2/\text{ha}$ saadaan runkopuun kertymäksi em. yhtälöllä $47,0 \text{ m}^3/\text{ha}$. VUOKILAN (1976) aineiston mukaan on runkopuun kertymä vastaavia valtapituuden ja poistuman arvoja käytettäessä $50,6 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Käyttöpuun kertymän (V_k) riippuvuutta valtapituudesta ja poistumasta selitti parhaiten yhtälö

$$V_k = 0,1737 H + 0,00186 (G_e - G_j)^2 \quad R = 0,987$$

Koko aineiston keskiarvojen mukaan saadaan käyttöpuun kertymäksi $39,0 \text{ m}^3/\text{ha}$. VUOKILAN (1976) aineiston mukaan käyttöpuun kertymä on vastaavia keskiarvoja käytettäessä jonkin verran alempi eli $34,6 \text{ m}^3/\text{ha}$.

LOPPUKATSAUS

Saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, että ensiharvennuksen hakkuukertymä on tehokkaasti ojitetulla rämeellä samaa suuruusluokkaa kuin kivennäismaan männikössä. Oikealla lannoituksella voidaan lisätä tuntuvasti puuston kasvua ja hakkuukertymää. Parhaassa tapauksessa NPK-lannoituksen vaikutus oli tutkimusalueella noin $2,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ vuodessa, tähän mennessä jo 13 vuoden aikana. Toisaalta eräillä koealoilla lannoituksen vaikutus jäi

varsin vähäiseksi. Havaittujen erojen lähempi analysointi onkin tarpeen.

Taimiston kasvatustiheys ennen ensiharvennusta vaikutti jonkin verran harvennuskertymään. Kasvatustiheyden pienentyessä kertymä väheni 13 vuoden kuluessa runsaat $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ yhtä pohjapinta-alan neliömetriä kohti. Puuston laadun riippuvuutta kasvatustiheydestä ei tässä yhteydessä selvitetty. Tämä kysymys onkin syytä ottaa tutkimuksen kohteeksi. Myös ensiharvennuksen sopivimman ajankohdan selvittäminen edellyttää lisätutkimuksia.

KIRJALLISUUS

- HAKKILA, P., KALAJA, H., SALAKARI, M. ja VALONEN, P. 1977. Whole-tree harvesting in the early thinning of pine. Seloste: Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa. Folia For. 333.
- KAUNISTO, S. 1976. Alkkian kenttäkokeet 1961-1975. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja no. 4.
- PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346.
- TAPION TASKUKIRJA. 17. painos. 1975.
- VUOKILA, Y. 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. Folia For. 247.
- VUOKILA, Y. 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. Folia For. 264.

Puuston pohjapinta-ala v. 1967

	6	8	10	12	14
	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha

Kuutiomäärä v. 1979, m³/ha

Koe 26 a	125,5	133,2	140,9	148,5	156,2
26 b	130,6	145,4	160,1	174,9	189,6
26 c	105,6	123,7	141,7	159,7	177,8

Harvennuskertymä v. 1979, m³/ha

Koe 26 a	18,5	29,2	39,9	50,6	61,3
26 b	37,8	47,9	57,9	67,9	77,9
26 c	14,7	26,3	37,8	49,3	60,8

Ainespuun kertymä v. 1979, m³/ha

Koe 26 a	15,2	24,0	32,7	41,4	50,2
26 b	30,0	39,2	48,3	57,4	66,5
26 c	15,5	24,2	32,9	41,6	50,3

Taulukko 1. Puuston kuutiomäärän, harvennuskertymän ja ainespuun kertymän riippuvuus kasvatustiheydestä.

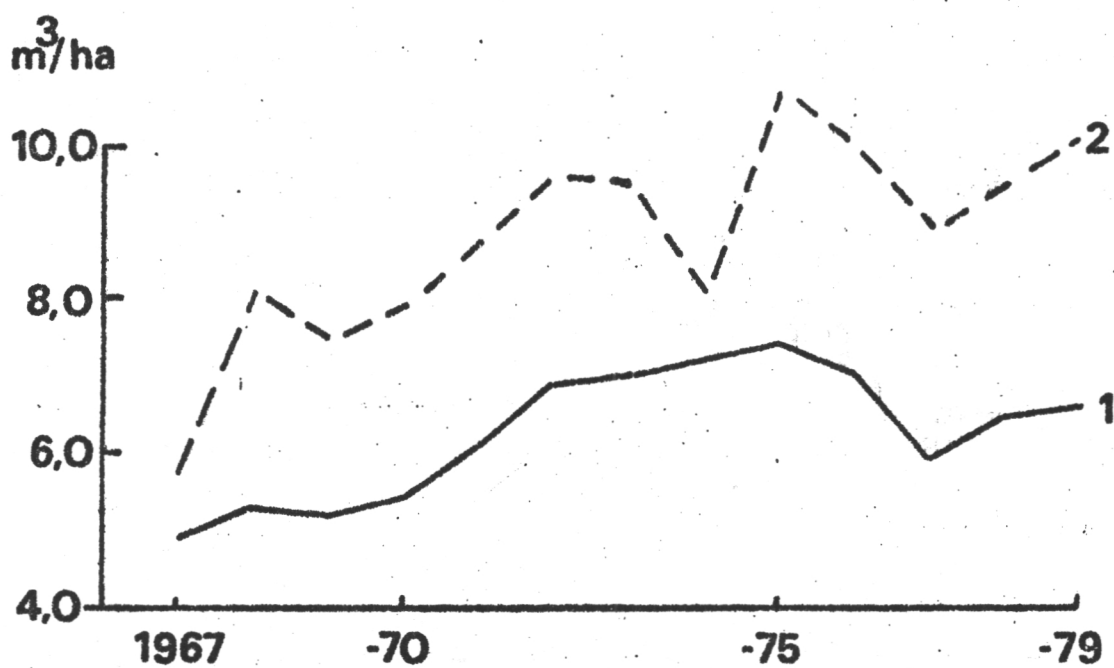
Liitetaulukko 1. Puuston vuotuisesta kuutiokasvusta lasketun kovarianssianalyysin F-arvo ja selityssaste

Selitettävä muuttuja =	Selitettävä muuttuja										Selityssaste %	
	Regr. 2 =											
	(Regr. 1) ²										Lannoitus	
Kuutiokasvu vuonna	26 a	26 b	26 c	26 a	26 b	26 c	26 a	26 b	26 c	26 a	26 b	26 c
1967	9,59*	14,11**	0,08	4,66	0,84	0,02	117,12***	3,65*	0,58	98,8	98,4	63,9
-68	4,41	20,60**	0,21	3,63	6,83*	0,15	78,31***	6,93*	0,51	95,2	97,6	47,7
-69	28,83**	11,17*	0,06	25,26**	2,64	0,03	341,43***	5,10*	0,42	98,8	96,9	46,8
1970	12,31*	8,39*	0,11	11,68*	2,23	0,07	84,84***	2,49	0,34	95,5	95,2	38,6
-71	16,55*	6,72*	0,12	16,15*	3,22	0,08	110,64***	0,86	0,29	96,6	88,1	33,5
-72	26,09**	6,77*	0,05	25,92**	4,30	0,03	231,98***	0,47	0,25	98,3	80,7	26,9
-73	13,27*	6,45*	0,02	13,09*	4,80	0,03	99,54**	0,10	0,23	96,3	71,6	29,0
-74	1,31	7,96*	0,00	1,52	6,44*	0,00	0,57	0,19	0,21	53,3	70,7	25,8
-75	0,98	5,85	0,17	0,82	4,78	0,13	15,89*	0,15	0,39	80,3	65,0	35,2
-76	3,12	6,23*	0,07	2,82	5,20	0,03	25,49**	0,22	0,24	86,6	63,9	36,4
-77	4,09	4,94	0,21	3,56	4,09	0,16	39,63**	0,19	0,29	91,1	60,1	35,0
-78	1,84	5,84*	0,20	1,62	4,78	0,16	21,99**	0,27	0,38	84,8	62,3	36,8
-79	17,64*	4,80	0,18	16,16*	4,05	0,14	78,30***	0,21	0,43	95,4	55,2	37,5

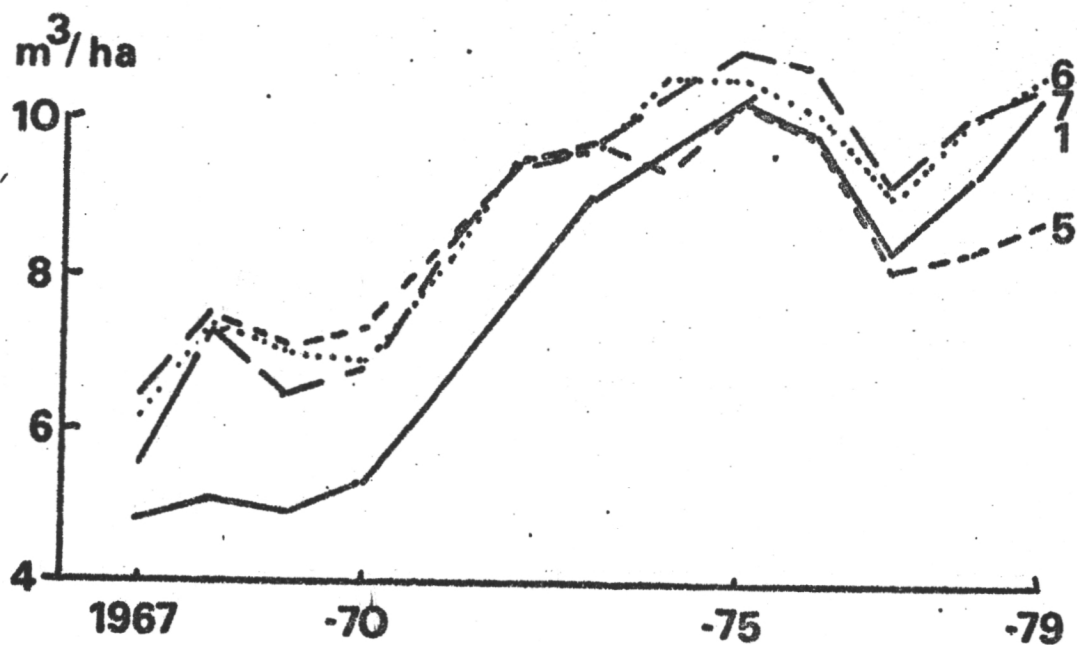
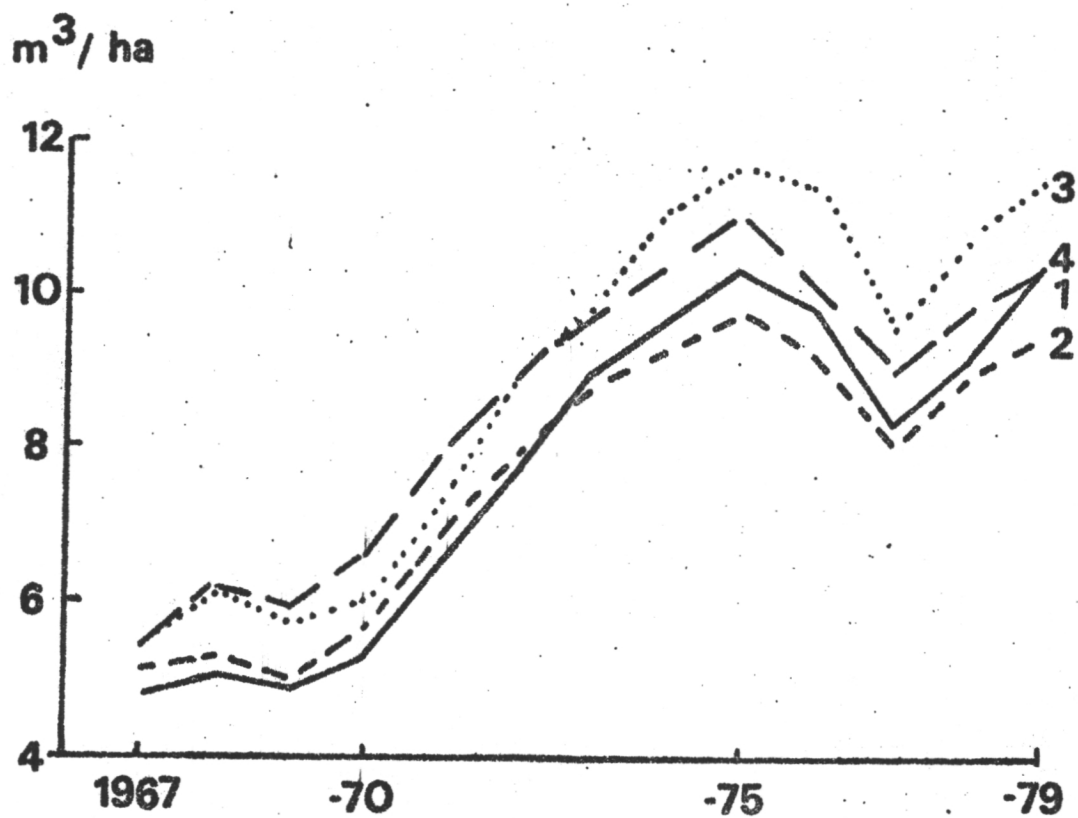
Liitetaulukko 2. Puuston kuutiomäärästä ja harvennuskertymästä lasketun kovarianssianalyysin F-arvo ja selityssaste.

Selitettävä muuttuja =	Selitettävä muuttuja										Selityssaste %	
	Lannoitus											
	Pohjapinta-ala v. 1967											
	26 a	26 b	26 c	26 a	26 b	26 c	26 a	26 b	26 c	26 a	26 b	26 c
Kuutio- määrä v.-79	8,59*	29,94***	7,05	23,42**	1,52	0,46				83,1	86,6	66,3
Harvennus- kertymä v.-79	10,06*	56,67***	8,77*	8,76*	3,91	2,40				72,9	94,0	78,3
Ainespuun kertymä v.-79	11,88*	68,60***	5,92	8,81*	3,62	1,27				74,9	94,4	69,3

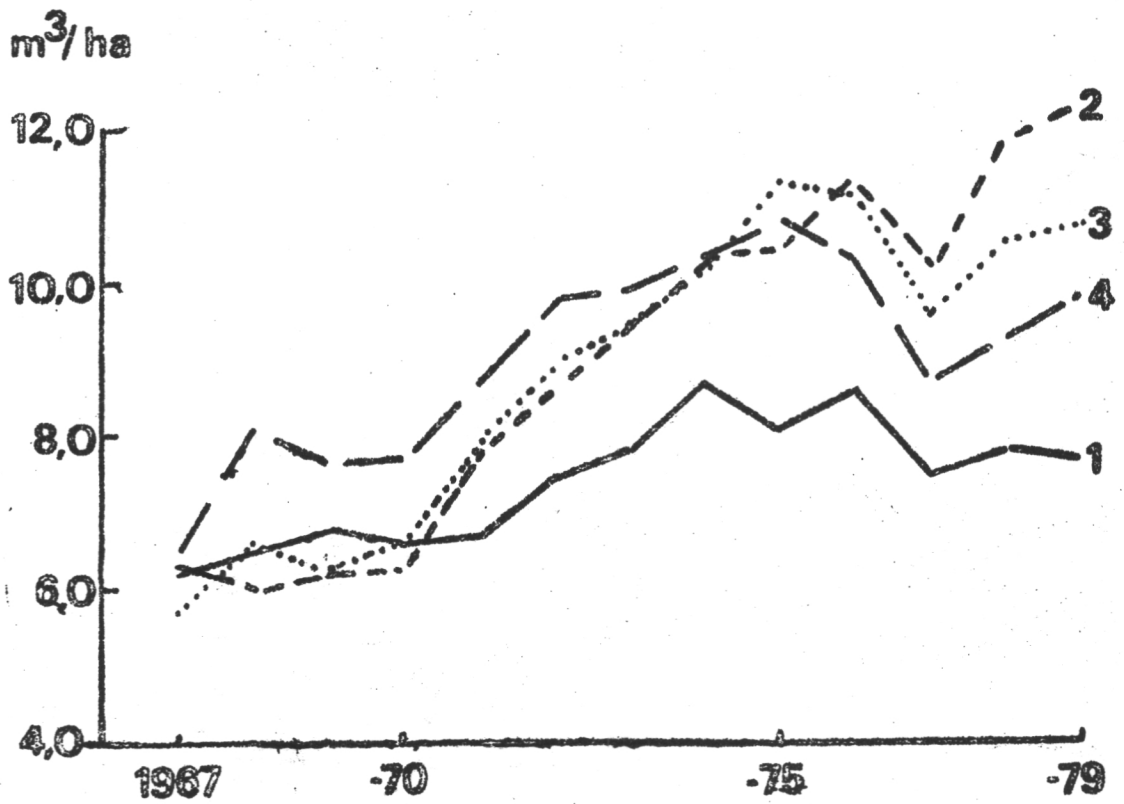
Kuva 1. Puuston kuutiokasvu kokeessa 26 a,
1 = lannoittamaton, 2 = NPK-lannoitus v. 1967



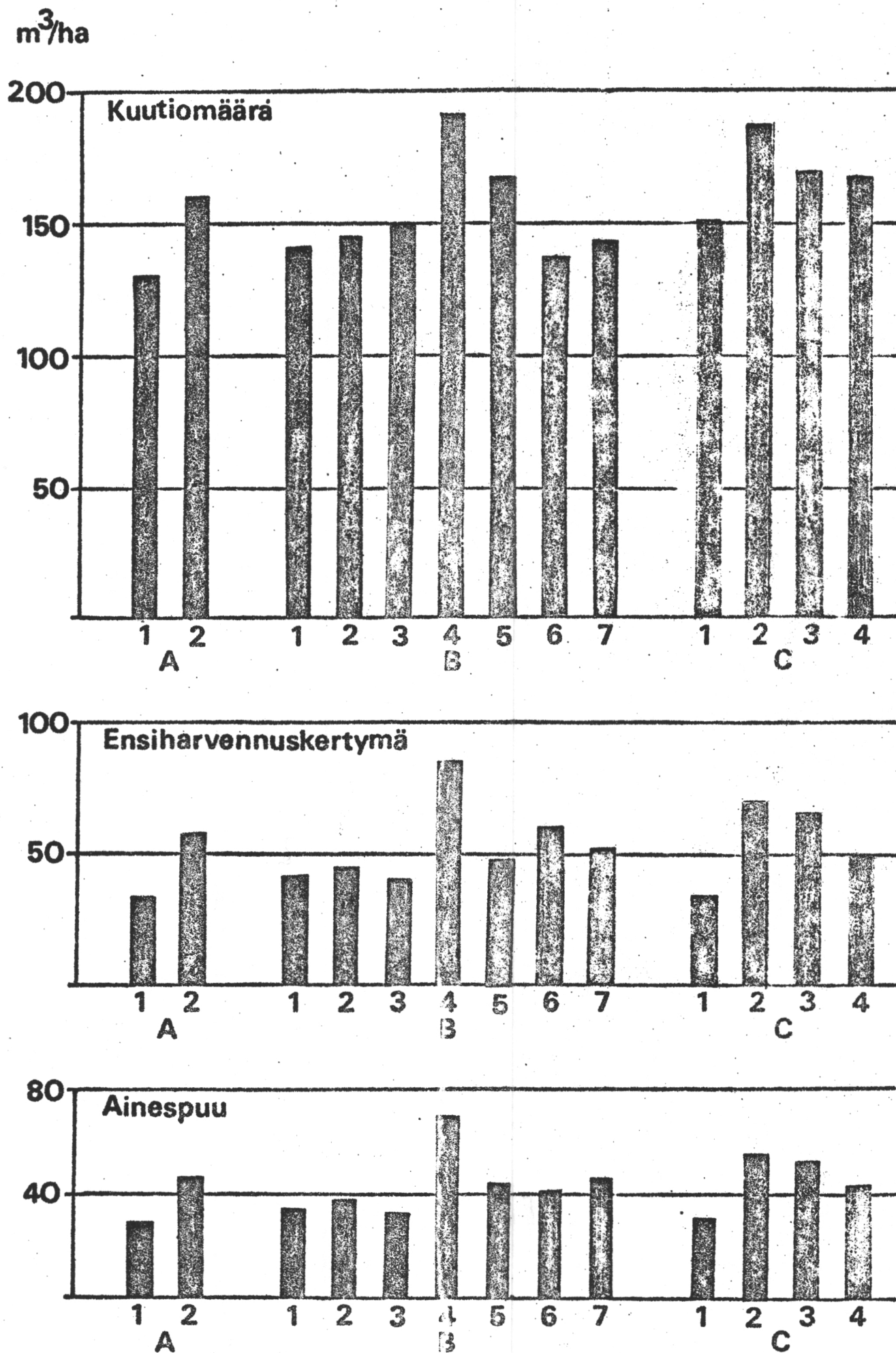
Kuva 2. Puuston kuutiokasvu kokeessa 26 b,
1 = lannoittamaton, 3-7 ks. s. 2



Kuva 3. Puuston kuutiokasvu kokeessa 26 c,
1 = lannoittamaton, 2-4 ks. sivu 2



Kuva 4. Puuston kuutiomäärä, ensiharvennuskertymä sekä ainespuun määrä v. 1979



- N:o 1. Eero Paavilainen ja Veikko Koskela. Parkanon tutkimusasema 1961—1970. 1972
- N:o 2. Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto. Männyn koneellinen istutus Mara-istutuskoneella verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityksessä. 1973.
- N:o 3. Tutkimuspäivän esitykset. 1976.
- N:o 4. Seppo Kaunisto. Alkkian kenttäkokeet 1961—1975. 1976.
- N:o 5. Kaarlo Kinnunen. Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehitykseen. 1977.
- N:o 6. Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvömenetelmien vertailua. 1977.
- N:o 7. Tutkimuspäivän esitykset. 1978.
- N:o 8. Tutkimuspäivän esitykset. 1979.
- N:o 9. Tutkimuspäivän esitykset. 1980.

**Metsäntutkimuslaitos
Parkanon tutkimusasema**

39700 Parkano
Puh. 933-2912

